This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

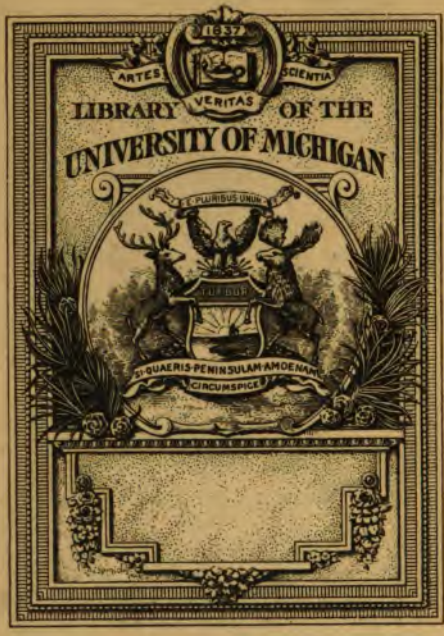
+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

A57275 4


1837
ARTES
SCIENTIA
VERITAS
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
E PLURIBUS UNUM
SI QUAERIS PENINSULAM AMOENAM
CIRCUMSPICE

QC
1
.A613

ANNALEN

DER

PHYSIK.

45524

HERAUSGEGEBEN

VON

LUDWIG WILHELM GILBERT,

PROFESSOR ZU HALLE.

VIERTER BAND.

NEBST SIEBEN KUPFERTAFELN

HALLE,

IN DER RENGERSCHEN BUCHHANDLUNG.

1800.

INHALT.

Vierten Bandes erſtes Stück.

I. Einige Bemerkungen über die Cohäſion, und über den Zuſammenhang derſelben mit dem Magnetismus, von Joh. Wilh. Ritter in Jena Seite 1

II. Bemerkungen über den Widerſtand flüſſiger Körper, und Beſchreibung von Verſuchen, die zum Behuf einer richtigen Theorie hierüber angeſtellt wurden. von Samuel Vince, Prof. zu Cambridge F. R. S. 34

III. Bericht über das Erdbeben, welches den 18ten Nov. 1795 in verſchiedenen Theilen Englands geſpürt wurde, von Edw. Whitack. Gray, Med. D. F. R. S. 59

IV. Beiträge zur Lehre von der Wärme in phyſikaliſcher und ökonomiſcher Rückſicht, vom Herrn Grafen von Rumford in London. (Fortſ., Ann., III, 309.) 85

5. Beſchreibung verbeſſerter Feuerſtätte, die vom Verfaſſer zu München im Groſsen angelegt und geprüft ſind 85

6. Verſuche über Kochgefäſse und Feuerſtätte in den vorhin beſchriebenen Küchen zu München 96

V. Geſetze für die Stärke der Schallfortpflanzung durch feſte und flüſſige Stoffe von L. A. von Arnim. (Nachſchrift zu Perolle's Abhandl. Ann. der Phyſ., III, 167 f.) 112

VI. Entbehrlichkeit des Venturiſchen Princips. Aus einem Briefe des Prof. Buſſe an den Herausgeber Seite 116
VII. Auszüge aus andern Briefen an den Herausgeber 126
1. Vom Herrn Prof. Kries in Gotha 126
(Lichtenberg's Hygrometrie, hinterlaſſene Schriften, Biographie)
2. Vom Herrn Prof. Grimm in Breslau 127
(Klingert's Scheibenmaſchine, Luftpumpe und Eudiometer. Schleſiſches Erdbeben).
VIII. Auszug aus einer Nachricht des Herrn von Gersdorf über das *Erdbeben* am 11ten Dec. 1799 128

Vierten Bandes zweites Stück.

I. Bemerkungen über eine ſehr ungewöhnliche Horizontal-Refraction, von Samuel Vince, Profeſſor der Aſtronomie und Phyſik zu Cambridge, F. R. S. Seite 129
II. Nachricht von einer merkwürdigen atmoſphäriſchen Refraction, von Will. Latham, F. R. S. 142
III. Mechaniſche Unterſuchungen über die Schwingungszeit der Unruhe in Taſchenuhren und in Mudge's Zeithaltern, von George Atwood, F. R. S. 148
Unruhen mit einer Stahlfeder 150
Unruhen mit mehrern Stahlfedern 165
Unruhe und Hemmung in Mudge's Zeithaltern 175

Anwendung der vorigen Berechnungen auf Mudge's Zeithalter Seite 183

IV. Einige Bemerkungen und Verſuche über die vom Bürger Haſſenfratz erregten Zweifel gegen die Richtigkeit der gewöhnlichen hydroſtatiſchen Beſtimmung des ſpecifiſchen Gewichtes feſter und flüſſiger Körper, von G. G. Schmidt, Prof. der Mathematik zu Gieſsen 194

V. Ueber den Einfluſs des Sonnenlichts auf die Verdünſtung des Waſſers, vom Prof. Egidius Heller in Fulda 210

VI. Beiträge zur Lehre von der Wärme in phyſikaliſcher und ökonomiſcher Rückſicht, vom Hrn. Grafen von Rumford. (Fortſetzung, Annalen, IV, St. 1, Aufl. 4.) 222

7 Beſchreibung von Feuerungsanſtalten zu verſchiedenem ökonomiſchen Gebrauche, als Muſter zur Nachahmung

1. Küchen 222
2. Tragbare Feldküchen für Armeen 227
3. Bleichkeſſel 229
4. Eine Waſchanſtalt für Familien 231
5. Heitzung durch Dampf 236
6. Tragbare Kochkeſſel für Armeen im Felde; Keſſel zu Dampfmaſchinen und zum Deſtilliren 237
7. Ein muſterhafter Backofen 239
8. Back- und Bratöfen auf Schiffen 243
9. Küchen und eiſerne Kochtöpfe für Arme 244
10. Ein immer brennender Kalkofen 245

VII. Einige dioptriſche Bemerkungen; von Will. Nicholſon 250

1. Unterſuchung des Glaſes zu optiſchem Gebrauche, und Unvollkommenheit optiſcher Gläſer S. 250
2. Mikroſkopiſche Glaskügelchen 252
3. Vorſchlag einer Verbeſſerung für Fernröhre 254

Vierten Bandes drittes Stück.

I. Verſuche und Bemerkungen über die Kraft des entzündeten Schieſspulvers, vom Herrn Grafen von Rumford in London Seite 257
Beſchreibung des Apparats 262
Vorläufige Verſuche 271
Wirkungsart des entzündeten Schieſspulvers 276
II. Abhandlung über die Platina, und ihre Nutzbarkeit in den Künſten, beſonders zu Spiegel-Teleſkopen, von Alexis Rochon, Mitglied des National-Inſtituts und Director des Marine-Obſervatoriums zu Breſt 282
III. Bemerkungen über die Erfindung der achromatiſchen Fernröhre und die Vervollkommnung des Flintglaſes, von Alexis Rochon zu Breſt 300
IV. Beitrag zur Berichtigung des Streits über die erſten Gründe der Hygrologie und Hygrometrie, von L. A. von Arnim 308
V. Beiträge zur Lehre von der Wärme, in phyſikaliſcher und ökonomiſcher Rückſicht, vom Herrn Grafen von Rumford in London. (Fortſetzung, Ann., IV, 84.) 330
8. Verſuche mit Braukeſſeln; in wie weit es vortheilhaft iſt, Flüſſigkeiten in groſsen Maſſen zu kochen; Schätzung der Total-Hitze, welche verſchiedene Brennmaterialien geben, und des wirklichen Verluſts an Hitze beim Kochen 330

VI. Beſchreibung der groſsen Electriſir-Maſchine des Prinzen Heinrich von Würtemberg zu Walisfort, von J. K. P. Grimm, Profeſſor in Breslau Seite 359

VII. Ueber einige ſcheinbare Anomalien im ſpecifiſchen Gewichte der Verbindung verſchiedener Stoffe mit dem Waſſer, von J. A. Haſſenfratz. (Im Auszuge.) 364

VIII. Anmerkungen zu dem vorſtehenden Auffatze des B. Häſſenfratz, von L. A. von Arnim 369

Vierten Bandes viertes Stück.

I. Verſuche und Bemerkungen über die Kraft des entzündeten Schieſspulvers, vom Herrn Grafen von Rumford in London. (Beſchluſs, Annalen, IV, 257.) Seite 377

Verſuche über die Expanſiv-Kraft des Pulverdampfs 377

Berechnung der Expanſiv-Kraft der Waſſerdämpfe im entzündeten Pulver 395

II. Beſchreibung einer neuen tragbaren Pulverprobe, vom Bürger Regnier 400

III. Verſuche, den Diamanten in Kohle zu verwandeln, und den Schwefel durch ihn zu entſäuern, von Guyton. (Eine Fortſ. der Aufſätze in den *Annalen der Phyſik*, II, 387, und III, 65.) 405

IV. Die Wärme als Urſach des Leuchtens nach chemiſchen Erfahrungen betrachtet, vom B. Dizé 410

V. Electriſche Verſuche von Aldini, Prof. der Phyſik auf der Univerſ. Bologna 419

VI. Ueber die chemiſche Wirkung der Metalle auf einander, bei der gewöhnlichen Temperatur der Atmoſphäre, von Fabroni 428

Anmerkungen zur Geſchichte der von Aldini und Fabroni in den vorhergehenden Auf-

Sätzen beſchriebenen Verſuche, von L. A. von Arnim Seite 434
VII. Ueber die verſchiedenen Zuſtände, in welchen der Lichtſtoff vorkommt, von Brugnatelli 438
VIII. Alexander von Humboldt's phyſikaliſche Beobachtungen auf ſeiner Reiſe nach dem ſpaniſchen Amerika. (Aus einem Briefe deſſelben an Delamétherie.) 443
IX. Ueber das verbeſſerte Haaſiſche Barometer, von F. W. Voigt, Mechanicus zu Jena 456
X. Auszüge aus einigen Briefen an den Herausgeber 477
1. Vom Hrn. Prof. Egidius Heller in Fulda, (merkwürdige magnetiſche Beobachtungen; mikro-electriſche.) 2. Vom Herrn Hofr. und Rathsadv. Seiferheld in Schwäbiſch-Hall, an den ſel. Gren. (Beſchreibung eines Federkiel-Hygrometers.) 3. Vom Herrn M. Lüdicke in Meiſsen, (Hygrometerſteine; Chiminello's Federſpul-Hygrometer). 4. Von Herrn Leopold von Buch in Berlin, (Barometer-Geſetze; Geologien; Moſl's Jahrbücher der Berg- und Hüttenkunde; Baſalte in Italien und Deutſchland, und ihr Entſtehn.)
XI. Vermiſchte Bemerkungen und Nachrichten 489
1. Ein merkwürdiger Verſuch des Prof. Abildgaard in Koppenhagen, über die Wirkung des Lichts auf das rothe Queckſilber-Oxyd 489
2. Nachricht vom Einfluſſe verſchiedener Gasarten auf das Keimen der Saamen 490
3. Neues Verfahren, die Platina zu ſchmieden 492
4. Bemerkungen über die Vorrichtung Samuel Vince's zur Vergleichung des Stoſses eines iſolirten Waſſerſtrahls auf eine unbewegliche Ebene, mit dem Drucke einer ruhenden Waſſerſäule, (Ann. d. Ph., II, 416.) 492
5. Nachricht des Dr. Chladni's in Wittenberg von ſeinem Clavi-Cylinder 494

ANNALEN DER PHYSIK

VIERTER BAND, ERSTES STÜCK.

I.

EINIGE BEMERKUNGEN über die Cohäſion, und über den Zuſammenhang derſelben mit dem Magnetiſmus,

von

JOH. WILLH. RITTER

in Jena *).

1) Ueber die Cohäſion der Metalle.

Unter allen bisherigen Verſuchen über die Cohäſion der Metalle ſind ohnſtreitig keine mit ſo viel

*) „Was Sie hier, ſagt der Verf. in einem Briefe an den Herausgeber, über *Cohäſion und ihren Zuſammenhang mit dem Magnetiſmus* erhalten, iſt der Anfang einer gröſsern Abhandlung, die dem ganzen Magnetiſmus unvermerkt eine neue Anſicht bereiten ſoll, und deren Fortſetzung ich für die Annalen ſo bald wie möglich liefern werde. Einiges neue findet ſich, den-

Genauigkeit angeſtellt worden, keine alſo in ihren Reſultaten ſo zuverläſſig, als die, welche der *Graf von Sickingen* in ſeinen *Verſuchen über die*

ke ich, ſchon in dieſem Anfang. Lange hat mir keine Arbeit das Vergnügen gewährt, und ich glaube daſſelbe auch für die Leſer in der Folge einigermaſsen verſprechen zu können. — — Zwar ſpreche ich von Cohäſion ohne zu ſagen, was darunter verſtanden wird, aber wie überall, iſt auch hier die Definition das letzte. Es iſt ſonderbar, ſie früher haben zu wollen. Sie ſoll ſagen, was das Ding eigentlich iſt; das eben iſt aber auch die Aufgabe aller Theorie, ja ich möchte ſagen, alle wahre Theorie geht einzig auf richtige Definitionen aus. Erſt alſo wenn die Theorie vollendet iſt, iſt auch ſie da; eins iſt nicht ohne, und nicht früher oder ſpäter als das andre.„ — Es wird für den Leſer wahrſcheinlich nicht weniger intereſſant ſeyn, als es für den Herausgeber war, zu ſehen, wie zwey Mitarbeiter der Annalen, deren Kenntniſſe und Scharfſinn nicht geringe Hoffnungen erwecken, Herr *Ritter* und Herr *von Arnim*, (Annalen der Phyſik III. 48.), zu gleicher Zeit eine Idee aufgefaſst haben, die in der That ſehr vieles für ſich hat: *Abhängigkeit des Magnetismus vonder Cohärenz*, und wie ſie, ohne einer die Arbeit des andern zu kennen, (gegenwärtiger Aufſatz lief kurz nach Ausgabe des erſten Stücks des vorigen Bandes ein,) dieſer Idee auf verſchiednen Wegen nachgegangen ſind. Daſs ſie ſich dabey im Ganzen genommen ſo nahe an die Erfahrung halten, als es bey einer Materie, für die noch

Platina *) beſchrieben hat. Die Dräthe, welche er dazu anwandte, hatten gleiche Länge und Di-

ſo manche delicate und koſtbare Verſuche anzuſtellen ſind, nur immer möglich war, ohne ſich zu der lockenden und bequemen Methode verführen zu laſſen, über die Erfahrung *a priori* wegzufliegen, ſcheint mir beſonders lobenswerth. Hat, was beſonders die Cohäſion betrifft, Herr *Ritter* das wahre Geſetz derſelben getroffen, ſo iſt für die Phyſik gewiſs ein groſser Schritt geſchehn; doch um hierüber zu entſcheiden, fehlt es, wie er bemerkt, noch an hinlänglichen Verſuchen, zu denen reiche Naturkündiger auch nur veranlaſst zu haben, ſchon verdienſtlich ſeyn würde. Gewiſs wird der Leſer mit mir in der Behauptung übereinſtimmen, daſs, wenn mehrere unſrer deutſchen Phyſiker die Annalen mit ſo ſorgfältigen neuen Beobachtungen, wie die vorigen Stücke enthalten, und mit ſo glücklichen Zuſammenſtellungen und ſcharfſinnigen Schlüſſen, wie in dieſem Aufſatz, beſchenken, unſre Jahrbücher der Naturkunde neben denen der Franzoſen und Engländer in keiner Rückſicht im Schatten ſtehen werden. *d. H.*

*) Mannheim, 1782. 8. S. 114. u. f. — Die zum Theil beträchtliche Abweichung der Reſultate der *Sickingen*ſchen Verſuche von denen, welche *Petr. van Muſchenbroek (Introd. ad cohaerentiam corpor. firmor.* in ſeinen *Diſſert. phyſ. et geometr. Lugd. Bat. MDCCXXVII.* 4. *p.* 421, *etc.* und *De cohaerentia et firmitate* in ſeiner *Introductio ad philoſophiam naturalem, Vol. I. Lugd. Bat. MDCCLXII.*

cke. Mit jeder Art Drath wurden mehrere Verſuche angeſtellt, und aus den jedesmaligen zum Zerreiſsen derſelben nöthigen Gewichten die mittlere Zahl genommen. Dieſe mittleren Feſtigkei-

4. *p.* 390. *etc.*) angeſtellt, die man vor *Sickingen* für die richtigſten gehalten hat, iſt zu bekannt, als daſs ſie hier einer weitläufigen Auseinanderſetzung bedurfte. Um die Gründe derſelben gröſstentheils einzuſehen, darf man nur die ganze Abhandlung *Muſſchenbroek's* mit der *Sickingen*ſchen genau zuſammenhalten. — Es ſind indeſs wirklich Verſuche vorhanden, deren Reſultate mit den *Sickingen*ſchen durchaus übereinkommen. *Muſſchenbroek* nemlich führt aus *P. Franciſci Tertii de Lanis Magiſterio Naturae et Artis, T. II.* (*Brixiae* 1686. *fol.*) *Lib.* XI. *Cap.* 1. §. 22. folgende Stelle an: „*Nexus partium in metallis omnium robuſtiſſimus, et qui maxime reſiſtit fractioni, videtur eſſe in Chalybe, tum in Ferro, deinde vero in Aere, poſthaec in Argento, ac deinde in Auro; demum in Stanno et Plumbo; nimirum ſi ſumas ſingula ſila cylindrica ex ſingulis metallis, inter ſe omnino aequalia ſecundum craſſitiem, atque illis appendas diverſa pondera, donec frangantur, filum chalybeum majus pondus ſuſtinebit, ac caetera deinceps, eo ordine, quem dicebamus.*„ Nach der ſo ſchönen Beſtätigung, die dieſe Angabe durch den *Graf von Sickingen* erhalten hat, möchte alſo *Muſſchenbroek's* Urtheil über jene Verſuche wohl etwas zu hart ſeyn, wenn er bey ihrer Erwähnung (*Diſſert. etc. p.* 506.) ſagt: „*Quicunque deſcripta a nobis Experimenta comparet cum iis, quae adfert de Lanis in Magiſterio etc, facile perſpiciet, hunc Autorem Experimenta ſpectan-*

en ſtanden bey den 5 von *Sickingen* angewandten Metallen in folgendem Verhältniſs zu einander:

Gold	— —	150955
Silber	— —	190771
Platina	— —	262361
Kupfer	— —	304696
Eiſen	wenig ſpröde	362927
	ſehr ſpröde	559880

Oder, wenn man bey der Platina die neuere Angabe *Guyton's* *) als die richtigere annimmt, und bey dem Eiſen, wie Guyton bey der Platina, die höhere Angabe der niedern vorzieht:

tia corporum Collaerentiam tantum ex ſuo cerebello extruſiſſe, tentaſſe vero nihil.„ R.

*) *Annales de Chimie*, T. XX. p. 9. Vergl. *Annalen der Phyſik*, B. I. S. 371. und *Scherer's allgem. Journal der Chemie*, B. I. S. 676. — Eigentlich iſt der Unterſchied der *Guyton*ſchen Angabe von der des *Gr. von Sickingen* bey weitem nicht ſo groſs, als es ſcheint. *Sickingen* zog ſein Mittel aus 7 Reſultaten, unter denen das eine beynahe nur die Hälfte von jedem der andern, die ſich faſt ſämmtlich glichen, war. Zieht man blos aus den 6 gleichförmigern gröſsern das wahrſcheinlichere Mittel, ſo erhält man 278773, eine Zahl, die nur um 869 kleiner als die *Guyton*ſche iſt, ihr aber ſo gut wie ganz gleich kömmt, wenn man darauf achtet, daſs jene Zahl das Mittel von 6 Reſultaten iſt, deren 3 *gröſser*, und eben ſo viel kleiner ſind, als das *Guyton*'ſche Mittel. (Vergl. *v. S. a. a. O.* S. 116.) Ein abermaliger Beweis der groſsen Genauigkeit der Verſuche des Grafen. R.

Gold	—	—	150955
Silber	—	—	190771
Platina	—	—	279642
Kupfer	—	—	304696
Eifen	—	—	559880

Die ſpecifiſchen Gewichte dieſer Metalle bilden folgende Reihe: Platina > Gold > Silber > Kupfer > Eiſen.

Aus der Auflöſung in Säuren werden dieſe Metalle, die vorſtehenden durch das nachfolgende in folgender Ordnung *) im reguliniſchen Zuſtande niedergeſchlagen: Platina, Gold, Silber, Kupfer, Eiſen.

Keine dieſer Reihen iſt die gerade oder umgekehrte von der Folge ihrer Cohäſionen, mit keiner jener Eigenſchaften ſteht alſo die Cohäſion der Metalle im geraden oder umgekehrten Verhältniſs.

Bekanntlich nimmt die Cohäſion dieſer Körper zu, wenn man ſie erkältet **), und ab, wenn man ſie erwärmt. Bey hinlänglichen Graden der

*) Daſs dieſe Reihe ſehr gerechte Anſprüche auf Würdigung bey Aufſuchung allgemeiner Coexiſtenzen hat, wird ſich künftig ſehr deutlich zeigen. *R.*

**) So fand *Van Mons* bey — 52° bis 53° R. Gold und Silber brüchig. S. *Annal. d. Phyſ.* B. II. S. 366. *R.*

Wärme hören sie sogar auf, feste Körper zu seyn; sie schmelzen; ihre Cohäsion ist vernichtet. Das könnte wohl die Frage veranlassen, ob vielleicht die *Menge der Wärme*, welche erfordert wird, ein Metall in den flüssigen Zustand zu versetzen, *das wahre Maass der Cohäsion* jener Körper sey.

Die Cohäsionen zweyer Metalle verhalten sich also bey einer gegebenen Temperatur vielleicht zu einander, wie die Producte aus den Zahlen der Wärmegrade, die zwischen dieser Temperatur und dem Schmelzgrade des Metalls enthalten sind, und den Wärmecapacitäten dieser Metalle; denn dies wird der eigentliche Ausdruck für die bis zur völligen Aufhebung des festen Zustandes diesen Metallen zuströmenden Quantitäten Wärme seyn.

Blos von Gold, Silber, Kupfer und Eisen kennt man die Wärmecapacitäten, wie die Schmelzgrade. Die erstern hat *Wilke* *) für alle, und *Crawford* **) für die beiden letzten bestimmt. Für die Genauigkeit der Angaben des ersten spricht die Uebereinstimmung derselben beym Kupfer und Eisen mit den hier anzuwendenden Angaben *Crawford's*. Die Schmelzgrade dieser Metalle hat bis

*) *Kongl. Svensk. Vet. Acad. nya Handl. T. II. För Ar* 1781. Q. 1. Nr. 7. und *Crell's neueste Entdeckungen B. X.* (Leipz. 1783. 8.) S. 190. *R.*

**) *Versuche und Beobachtungen über die Wärme der Thiere*, 2 Ausg. (Leipz. 1783. 8.) S. 223. *R.*

jetzt blos *Wedgwood* *) mit so viel Genauigkeit, als sein Pyrometer erlaubt, bestimmt.

Die Wärmecapacitäten und Schmelzgrade dieser Metalle sind folgende:

	Wärmecapacität	Schmelzgrad	
Gold	0,0500	32° Wedg. =	5237° Fahr.
Silber	0,0820	28° Wedg. =	4717° Fahr.
Kupfer	0,1110	27° Wedg. =	4587° Fahr.
Eisen	0,1269	130° Wedg. =	17977° Fahr.

Zieht man von jedem der letztern 32° Fahr. ab**), und multiplicirt den Rest mit der Wärmecapacität desselben Metalls, so bekommt man für eine Temperatur von 32° Fahr. oder 0° Reaum. folgende Zahlen:

Gold	—	—	260,25
Silber	—	—	384,17
Kupfer	—	—	505,605
Eisen	—	—	2277,22

*) *Phil. Trans. Vol. LXXII. P. II. for* 1782, und *v. Crell's chem. Annalen* 1798. *B. I.* S. 182. *R.*

**) Die Reihe der Wärmecapacitäten fällt zwar bey diesen vier Metallen mit der der Cohäsionen zusammen, keinesweges aber durch die Reihe der sämmtlichen Metalle hindurch, selbst nicht den allgemeinsten Verhältnissen nach. Darum war sie allein hier ohne Bedeutung. Die Folge wird noch andre Gründe aufweisen, warum sie auf eine Coexistenz mit den Cohäsionen allein keine Ansprüche haben kann. *R.*

Vergleicht man aber diese Zahlen mit den oben angegebenen Verhältnissen der Cohäsion, so findet man zwischen beiden eine schöne Uebereinstimmung. Beide Reihen steigen und fallen mit einander ohne Unterbrechung. Der grosse Sprung vom Kupfer zum Eisen, den man dort bemerkte, findet sich auch hier, nur dass die dem letzteren hier entsprechende Zahl mehr denn das Vierfache von der dem erstern zugehörigen ist, indess sie dort kaum das Zweyfache ausmacht *). Wer wollte aber auch mehr Uebereinstimmung fordern von einem Instrument, von dessen Sprache man kaum etwas mehr als Ja und Nein versteht, d. i. was blos das Mehr oder Weniger mit Zuverlässigkeit ansagen kann, da man den Gang der Volumensverminderung des Thons, die das A B C jener Sprache ist, noch so wenig kennt.

Wir können also unsere Vermuthung wirklich für bestätigt halten, und — vor der Hand nur für diese 4 Metalle — als bewiesen annehmen, dass *die Cohäsionen mehrerer Metalle bey einer gegebenen Temperatur sich zu einander verhalten, wie die Producte ihrer Wärmecapacitäten und ihrer Entfernungen von ihren Schmelzgraden, (in Graden eines und desselben Thermometers ausgedruckt)*.

*) Es verhalten sich 15 : 19 : 30 : 56, d. h. die Zahlen, welche der Cohärenz der vier erwähnten Metalle nach den Sickingschen Versuchen entsprechen, ungefähr wie 260 : 330 : 520 : 971. d. H.

Es mufs der Zukunft überlaſſen bleiben, zu entſcheiden, ob dieſes *Geſetz von allen Metallen* gelte. Das iſt indeſs ſehr wahrſcheinlich; denn welcher Zufall gehörte dazu, daſs gerade nur die vier Metalle, die ihrer Cohäſion nach ſo genau beſtimmt waren, allein ihm folgen ſollten? Ohngeachtet *Muſſchenbroek's* Erfahrungen über den Grad der Cohäſion der andern von ihm unterſuchten Metalle, nemlich des Zinnes, Wismuths, Zinks, Spiesglanzes und Bleyes, eben ſo mangelhaft ſeyn mögen, als die von ihm über Gold, Silber, Kupfer und Eiſen gemachten; ſo lehrt doch ſchon die alltägliche Erfahrung, daſs ſie alle weit geringer cohäriren müſſen, als jene. Aber es geben auch wirklich ihre Wärmecapacitäten mit den Entfernungen von ihren Schmelzgraden multiplicirt, weit geringere Producte, als bey dieſen, und ſelbſt innerhalb den Muſſchenbroekſchen Angaben entſprechen die über den Zink, den Spiesglanz und das Bley ſchon ganz der Vorausſetzung, indem er die Cohäſion des Zinks gröſser, als die des Spiesglanzes, und die des Spiesglanzes gröſser als die des Bleyes fand, wie es ebenfalls der Berechnung nach ſeyn ſoll. Es ſteht uns alſo faſt nichts im Wege, jenes *Geſetz für allgemein gültig*, und durch die Erfahrung vollkommen beſtätigt anzunehmen.

Nennt man die Wärmecapacität eines Metalles C, ſeine Entfernung vom Schmelzgrade N, ſeine Cohäſion aber X, ſo hat man mit $CN = X$

was wir eben gefunden haben; auch die Formeln $\frac{X}{C} = N$ und $\frac{X}{N} = C$, deren Anwendung sehr nützlich seyn kann. So ist uns z. B. von der Platina bis jetzt blos der Grad der Cohäsion genau bekannt, der ohngefähr die Hälfte von dem des Eisens beträgt. Hätte sie also mit diesem gleichen Schmelzgrad, so würde ihre Capacität für Wärme dem Gesetz nach halb so gros als die des Eisens, d. i. ohngefähr = 0,0635 seyn. Ihr Schmelzgrad aber liegt ausgemacht noch um ein beträchtliches höher, als der des Eisens; ihre Capacität muss also auch noch geringer seyn, als die angegebene, d. i. wenigstens so klein, wie die für das Gold gefundene (= 0,05), wenn nicht noch kleiner seyn*). Die Folge muss lehren, ob wir uns geirrt haben; indess ist zu wünschen, dass man nur genaue Beobachtungen, und wo möglich von einem und demselben Experimentator über mehrere andere und vorzüglich das Gold zugleich gemacht, hierüber entscheiden lasse.

Wenn man durch Versuche die genannten Factoren der Cohäsion der Metalle überall genau bestimmt haben wird, dann wird es Zeit seyn,

*) Wirklich ist dies auch andern geprüften Analogieen nach, auf die ich mich in der Folge öfterer berufen werde, die sich aber erst in einer künftig zu liefernden Abhandlung genauer auseinander setzen lassen, höchst wahrscheinlich.
R.

noch einen andern Umſtand in Rechnung zu ziehen; der ſich bey den groſsen Producten der berechneten vier Metalle gänzlich verliert, bey kleineren aber, z. B. bey einer Berechnung über die Cohäſion des feſtgewordenen, wenige Grade unter ſeinem Null erkalteten Queckſilbers, u. dergl., allerdings erheblich genug wird, um gehörige Rückſicht zu verdienen. Während ein Metall ſchmelzt, hat in dem Augenblick, wo ein Theil deſſelben bereits flüſſig, der andere aber noch feſt iſt, das Ganze eine gemeinſchaftliche Temperatur, gerade ſo, wie Waſſer ſo lange auf 32° Fahr. ſtehen bleibt, als ſich noch feſtes Eis in ihm befindet. Jenes noch nicht geſchmolzene Metall aber beſitzt, eben weil es noch nicht geſchmolzen iſt, noch einen endlichen Grad von Cohäſion. Dieſer aber kann, da kein Unterſchied der Temperatur vorhanden iſt, auch nicht durch ſie beſtimmt werden, und muſs folglich bey jeder Beſtimmung der Cohärenz aus $X = C N$ fehlen. Man kann dieſen Mangel durch nichts erſetzen, als dadurch, daſs man zu jenem N noch die Anzahl Grade von Wärme rechnet, die auf den Uebergang des feſten Metalls in den flüſſigen Zuſtand verwandt werden, denn dieſer Uebergang iſt ſelbſt nichts, als die Aufhebung der letzten Reſte von Cohäſion. Wie ſoll man aber dieſes n, wie wir es nennen wollen, für jeden einzelnen Fall ohne weitläuftige Verſuche finden?

Auch hier kommt uns die Erfahrung hülfreich entgegen. Bekanntlich verſchluckt eine

Maſſe Eis von 32° Fahr., indem ſie zu Waſſer von 32° Fahr. wird, ſo viel Wärme, als nöthig wäre, die nemliche Menge Waſſer um 140° Fahr. zu erheben. Neuerlich haben die Bürger *Haſſenfratz*, *Welter*, *Bonjour* und *Hachette* *) gefunden, daſs das Queckſilber beym Uebergang aus dem feſten Zuſtande in den flüſſigen ebenfalls ſo viel Wärme abſorbirt, als erfordert wird, das nemliche Queckſilber um eine faſt gleiche Anzahl Grade zu erheben. Begegnen ſich aber zwey übrigens ſo ganz von einander verſchiedene Subſtanzen auf gleichen Wegen; ſollte das nicht auch bey mehreren, vielleicht bey allen Körpern derſelbe Fall ſeyn können? Sollte es wohl ein allen gemeinſchaftliches Geſetz ſeyn, daſs *jeder feſte Körper, beym Uebergang in eine Flüſſigkeit von gleicher Temperatur, ſoviel Wärme abſorbire, als erforderlich iſt, dieſe Flüſſigkeit um 140° Fahr. zu erheben?*

Angenommen, daſs dies ſeine Richtigkeit hat, ſo hätte man blos die Wärmecapacität des Körpers im flüſſigen Zuſtande (= *c*), deſſen Cohäſion im feſten Zuſtande man ſo eben berechnet, mit dieſen 140° Fahr. zu multipliciren, und das Product *c*. 140° F. zu dem aus *N* und *C* zu addiren, und erſt dieſe Summe würde es eigentlich ſeyn, die ſich bey den Metallen verhielte, wie

*) *Journal polytechnique T. I. Cah. 1. p. 127. 128.* Vergl. *Annalen d. Phyſ. B. I. S. 499. 500. Scherer's allg. Journ. d. Chem. B. III. S. 67. 68. R.*

ihre Cohäsion. Aber die Wärmecapacität eines Körpers im flüssigen Zustande ist verschieden von der desselben im festen Zustande, die wir vorhin anzuwenden hatten. Die erste ist allemal gröfser, als die letztere; nur würde hiermit, da man von so manchen Körpern ihre Capacität im flüssigen Zustande nie unmittelbar erfahren wird, eine neue Schwierigkeit eintreten, wenn nicht der hierdurch in die Rechnung kommende Fehler der kleinste von allen, der in sie kommen kann, wäre. Auch dieser würde sich indefs bald heben lassen, sobald das vorige Gesetz ausgemacht wahr ist. Nach demselben verhält sich die zur Schmelzung erforderliche Menge Wärme genau wie die Wärmecapacität dieser Körper. Ist aber das Maafs der hierbey absorbirten Wärme das Maafs der Capacitätserhöhung, wie sie es ist, so müssen sich auch diese Erhöhungen verhalten wie die vorher vorhandenen Capacitäten; und steht diese Erhöhung bey dem einen Körper zu der Capacität desselben im festen Zustande in einem gewissen Verhältnifs, so wird sie genau in dem nemlichen Verhältnifs auch bey allen übrigen Körpern, die jenes Gesetz unter sich theilen, dazu stehen müssen. Nun macht aber das, um was die Capacität des Wassers (gerade des Körpers, der auch jenes Gesetz mit begründen half,) höher als die des Eises ist, nach *Kirwan* ein Neuntheil (1,000 — 0,900) von der Capacität, die es vor dem Schmelzen hatte, aus; es würde also gewifs seyn, dafs *bey allen Körpern die Wärmecapacität derselben im festen Zustande*

zu der im flüssigen sich verhalte, wie 10 : 9. Hieraus liefse sich dann X richtiger $= C\ (N + \frac{10.\ 140°\ \text{Fahr.}}{9}) = C\ (N + 155,\ 5°.\ \text{Fahr.})$ bestimmen. — Von eben so geringer Bedeutung würde es seyn, wenn sich, was andern Analogieen nach wirklich nicht ganz unwahrscheinlich ist, selbst während des festen Zustandes des Körpers, mit seiner Temperatur auch die Capacität desselben für Wärme etwas änderte, da ähnlichen Analogieen zu Folge diese Aenderungen nicht sehr bedeutend seyn können.

Wir haben im Vorigen blofs von der Cohäsion der Metalle gesprochen. Sollte aber nicht auch bey *Metallmischungen* (*Alliages*), die nur ein wirklich homogenes Continuum bilden, das ähnliche Gesetz Statt haben? Ja, sollte es nicht ein allgemeines Gesetz *aller festen Körper* seyn? — Wir haben aber dieses Gesetz vor der Hand blos aus Erfahrungen an reinen Metallen gefolgert, und so mag es auch nur für diese vorjetzt von Gültigkeit seyn. Ich darf indefs hoffen, bald etwas bestimmtes auch über die Cohäsion der Metallmischungen und der unmetallischen Körper sagen zu können.

2) *Einiges über den Zusammenhang der Cohäsion der Metalle mit dem Magnetismus.*

Unter den zeither in Rücksicht ihrer Cohäsion genauer bestimmten Metallen (Eisen, Kupfer, Platina, Silber, Gold, Zink, Spiesglanz, Wis-

muth, Zinn und Bley,) besitzt das *Eisen* die gröfste von allen. Aber merkwürdig: Eben dieses Metall ist auch unter ihnen allen das einzige, was so tief in die Sphäre des Magnetismus eingreift, dafs wir überhaupt von ihm sagen können, es sey magnetisch. Es wird vom Magnet gezogen, und kann selbst zum Magnet werden. Eine so schöne Uebereinstimmung ist wohl einer weitern Verfolgung werth.

Auch der *Nickel* ist magnetisch. Vortreffliche Beobachtungen über ihn in dieser Hinsicht findet man vorzüglich bey *Bergmann*. Er fand nicht nur, was erst neuerdings *Klaproth* *) wieder bestätigt hat, dafs auch der möglichst rein darstellbare Nickelkönig vom Magnet gezogen werde **), sondern, dafs er sogar, und zwar noch dazu, was von der sehr grofsen Magnetibilität dieses Metalls zeugt, ohne Beyhülfe eines andern Magnets, selbst zum Magnet werden könne ***). Wirklich aber sind

*) *Beyträge zur chemischen Kenntnifs der Mineralkörper. B. II.* (Posen u. Berlin. 1797. 8.) S. 142. 146. *R.*

**) *T. Bergmann Opuscula physica et chemica. Vol. II. (Upsal. 1780. 8.) De Niccolo, §. 4. p. 240.*

***) *l. c. §. 5. p. 242. Regulus — — — magneti pertinaciter adhaerebat, sed etiam cuilibet ferro, immo frustula se invicem attrahebant, etc.* Vergl. *Vol. III. (Upsal. 1783.) De Analysi Ferri §. 9. p. 102.* Quod

ind bey dem Nickel die beiden Factoren, deren Product bey den Metallen der Cohäsion parallel

„*Quod ferrum magnetis imperio sit subjectum, ab antiquissimis temporibus innotuit. Nunc autem inter metalla solum praestet obsequium, dubitari posset. Niccolum hactenus tali obedientia non potuit penitus spoliari; immo maxime depuratum* (das spec. Gew. des reinsten, welchen *Bergmann* erhielt, war 9,605. s. Vol. IV. p. 383.) *magneticam exercet virtutem, adeo ut reguli dimidium alterum attrahat.*„ Ferner Vol. IV. Edit. *Hebenstreit.* (Lipsiae. 1787.) *de Cobalto, Niccolo, Platina et Magnesio*, etc. §. 6. p. 382. und *Swen Rinmann's Versuch einer Geschichte des Eisens*, a. d. Schwed. übers. v. *Georgi*. B. II. (Leipz. 1785. 8.) S. 21. 22. — Die zuletzt angegebene Stelle *Bergmann's* kann zugleich zeigen, welches Mistrauen er selbst in seine sonst überall geäusserte Behauptung eines noch vorhandenen Eisengehalts dieser und anderer anziehbarer Metalle, ob er ihn gleich durch nichts, als durch eben diese noch fortdauernde Anziehung vom Magnet zu erweisen im Stande war, setzte; ein Mistrauen, was auch *Rinmann* (*a. a. O.* S. 27.) äussert, ohngeachtet er sonst überall, ganz wie *Bergmann*, aus der Anziehung durch den Magnet beständig auf Gegenwart von Eisen schliesst. — Dass *Leblanc's* von *Darcet* erhaltener eisenfreyer Nickelkönig (s. *Annal. de Chim. T. XXXI. p.* 276.) nicht vom Magnet gezogen wurde, darf nicht befremden, wenn man (*p.* 275. etc.) findet, dass derselbe noch eine beträchtliche Menge Arsenik enthielt, von dem es bekannt genug ist, dass er auch bey den

geht, von der Art, dafs sie allerdings ein sehr grofses Product, und mit ihm eine sehr grofse Cohäsion geben. Der reinste Nickel erfordert einen fast eben so hohen Grad der Hitze zum Schmelzen, als das Schmiedeeisen*), und andere durch ihre häufige Fruchtbarkeit in andern Fällen sehr bestätigte Analogieen versprechen ihm eine beträchtliche, der des Eisens sich nähernde, Capacität für Wärme. Kaum aber bedarf auch das, was hieraus folgt, erst durch genauere Versuche, bestätigt zu werden, da seine bekannte sehr grofse Härte und Zähigkeit einen nicht minder hohen Grad von Cohäsion seiner Theile anzeigen.

Der *Kobalt* endlich gehorcht, wie wir seit längerer Zeit wissen, und *Kohl*, *Abich*, und kürzlich noch *Tassaert* **) bestätigt haben, ebenfalls,

übrigen anziehbaren Metallen diese Eigenschaft störe, ja sie gänzlich aufhebe. Das Wie dieser Aufhebung wird im Verfolg dieser Abhandlung deutlicher werden, so wie sich auch ergeben wird, dafs, wenn selbst *Leblanc's* angebliche Zerlegung des Nickelmetalls sich bestätigen sollte, unsere Untersuchungen dadurch nicht den mindesten Eintrag erleiden. R.

*) „*Quo purius, eo funditur difficilius niccolum, adeo ut purissimus, quem obtinuimus, regulus eundem ferme caloris gradum requirat, ac ferrum ustum.*“ *Bergmann l. c. Vol. II. De Niccolo. §. 14. p. 269.* Vergl. §. 4. p. 240. R.

**) *Annales de Chimie T. XXVIII. p. 99. Scherer's allg. Journ. d. Chem. B. III. S. 563.* R.

und im reinſten Zuſtande, dem Magnet, und die Magnetnadeln, welche *Wenzel**) aus dem reinſten Kobalt verfertigte, zeugen von ſeiner Fähigkeit, ſelbſt attractoriſch zu werden. Aber auch dieſes Metall braucht, wenn es ganz rein iſt, eine Hitze zum Schmelzen, die eben ſo groſs, wenn nicht noch gröſser iſt, als die, bey der das Roheiſen fliefst. Nur ſeine Capacität für Wärme ſcheint, denſelben Analogieen zu Folge, nach denen wir dem Nickel eine ziemlich groſse gaben, geringer als dieſe ſeyn. Das Product aus beiden Factoren wird daher auch kleiner ausfallen, als bey dem Nickel und dem Eiſen. Eben das ſtimmt aber mit der wirklichen Erfahrung wieder auf das genaueſte überein, nach welcher wir wiſſen, daſs ſeine Härte und Zähigkeit der jener Metalle zwar nachſtehet, aber immer noch beträchtlich genug **) ſcheint,

*) *J. Mayer's Samml. phyſ. Aufſätze. B. III.* (Dresden 1793. 8.) S. 388. *Gren's ſyſt. Handb. d. geſ. Chemie*, Th. III. (Halle 1795. 8.) S. 517. *R.*

**) Ein ſchönes Beyſpiel hiervon findet man u. a. bey *Rinmann, a. a. O.* S. 29. 30. Er konnte ein ſehr vollkommenes, äuſserſt ſtrengflüſſiges Kobaltkorn, was der Magnet zog, kalt zu dünnen Blechen ausſchlagen, und nur zwiſchen Schraubenſtöcken zerbrechen. S. 30. meint er zwar, dieſer König habe Eiſen enthalten, aus S. 33. folgt indeſs, daſs er dies blos aus der Anziehung deſſelben vom Magnet geſchloſſen habe. *R.*

um sich in der Nähe von ihnen zu erhalten, und nicht in die Sphäre der unmagnetischen Metalle herabzusinken *).

Aus diesem Wenigen schon leuchtet ein grosses Verkehr zwischen Cohäsion und Magnetismus hervor! Nur wenige Metalle machen Anspruch auf ihn, und diese wenigen sind gerade die von der stärkeren Cohäsion, gleichsam als hätten sie genug davon, um mit einem Ueberfluss spielen zu dürfen. — Wir haben indess im Vorigen noch nicht alle Metalle erwähnt, die uns wirklich bekannt sind, und gerade unter diesen noch nicht genannten giebt es mehrere, bey denen die wahrscheinlichen Bedingungen einer sehr grosen Cohäsion in ziemlich hohem Grade Statt finden. Sollte daher nicht diese selbst, und mit ihr auch ihr Coexistentes, die Eigenschaft vom Magnet gezogen und selbst magnetisch werden zu können, bey ihnen anzutreffen seyn? — und wirklich, die Erfahrung übertrifft unsere Erwartung.

Ich führe zuerst das *Magnesium* an. Dieses Metall übertrifft an Schwerflüssigkeit das Eisen

*) Es würde daher ganz mit der Theorie übereinstimmen, wenn in Zukunft vergleichende Erfahrungen lehrten, dass dem Kobalt die Eigenschaft, vom Magnet afficirt zu werden, unter den drey genannten Metallen, ihm nemlich, dem Eisen und dem Nickel, im geringsten Grade zukomme. R.

sich weit, so dafs Bergmann *) es beynahe für Platina zu halten verleitet worden wäre. Seine übrigen physischen und chemischen Eigenschaften sichern ihm eine grofse Wärmecapacität, und beiden entspricht seine grofse Härte **), und die Ductilität, die es bey gehöriger Reinheit allerdings besitzt, vortrefflich. Aber überall findet man auch Beweise seiner grofsen Fähigkeit vom Magnet gezogen zu werden ***), so dafs man diese Eigen-

*) *l. c. Vol. III. De Attract. elect. §. 69. p. 465.* R.

**) „*Sub. mallea frangitur ferro durius.*„ *Bergmann l. c. Vol. II. De mineris ferri albis §. 7. p. 203* Ueber seine Ductilität vergleiche *Vol. IV. De Cob., Nick., Plat., et Magnesia, etc. §. 6. p. 385.* R.

***) Schon 1756 erhielt *Rinmann* aus dem Braunstein einen König, der nach dem Ausglühen vom Magnet gezogen wurde (a. a. O. S. 3.). Fast alle, die nach ihm sich mit der Reduction dieses Körpers beschäftiget haben, bestätigen die magnetische Anziehbarkeit des erhaltenen Königs. So sagt *Bergmann* (*l. c. Vol. II. De mineris ferri albis §. 7. p. 203.*): „*Fistula, etiam minora, magnetem respuunt, sed pulvis rarissime ejusdem recusat imperium, quamvis etiam omni studio evitata fuerit immixtio.*„ Die erste Eigenschaft bemerkte auch *Hielm* (*Crell's chem. Annalen* 1787. B. I. S. 163.). Braunsteinkönig wurde nicht vom Magnet gezogen, als er noch ein Ganzes ausmachte, wohl aber sehr seine Körner desselben. Die ähnliche Erscheinung bemerkte *Mönch* beym Kobaltkönig. Ganz äufserte er nichts gegen

schaft bereits in chemische Handbücher *) aufzunehmen angefangen hat. Zwar hat man auch hier, eben so wie bey Kobalt und Nickel, diese Anziehung immer noch durch einen vorhandenen Antheil Eisen zu erklären gesucht. Meist hätte man indefs dafür keinen andern Beweis, als eben diese Anziehung selbst **). *Rin-*

den Magnet, wohl aber, nachdem er ihn in Papier oder Leder eingewickelt auf dem Ambos zerkleinert hatte (*Crell's neueste Entdeckungen B. XII.* S. 158.). Vielleicht, dafs, wenn nicht noch andere Urfachen, z. B. noch vorhandener Arfenikgehalt, es abfolut unmöglich machten, *Abich's* unanziehbarer Kobaltkönig (f. *Scherer's allg. Journ. d. Chimie B. III.* S. 562. 563.) ebenfalls hierher gehört. So fah auch *Tihavsky* (f. *Jacquin's Collectan. ad Botan. Chem. et hift. nat. fpect. Vol. IV.* Vindob. 1790. 4. und *Gren's Journ. d. Phyf. B.* Leipz. 1792. S. 28. 30. 31. 32. 40.) die bey der vorgeblichen Reduction der Erden erhaltenen, aus Phosphoreifen beftehenden Könige, und das Siderum felbft, ganz, nicht, wohl aber, nachdem fie durch meffingene Inftrumente in Pulver verwandelt worden, vom Magnet gezogen werden. R.

*) Z. B. *Göttling's Handb. d. theor. u. prakt. Chemie*, Th. I. (Jena 1798. 8.) §. 472. S. 321. R.

**) Vergl. u. a. *Bergmann l. c. Vol. IV. p.* 385. Indem er nemlich von den dem Nickel, Kobalt und Magnefium gemeinfchaftlichen Eigenfchaften fpricht, fagt er: „*intelligitur etiam, eadem a ferro vix feparari poffe, (liquidem verum eft, magnetem ferri falius indicium haberi).*„ R.

mann *) sublimirte über Braunstein von Klapperrud 4 mal nach einander gleichviel salzigsaures Ammoniak; beym letzten Male wurde es kaum noch gefärbt, der Rückstand aber gab bey der Reduction eine Menge kleine blanke platte Körner, „die zwar ein gut Theil Magnesium enthielten, aber doch vom Magnet gezogen wurden, und so war die Hoffnung zu eisenfreyem Magnesium dahin.„ Auch die andern Bearbeiter dieses Metalls haben sehr selten einen König bekommen, den der Magnet nicht gezogen hätte, so dass ihn *Bergmann* in dieser Hinsicht überall mit Nickel und Kobalt in Eine Klasse stellt **). Wer sollte nach so vielen Anzeigen, und nach der genauen Uebereinstimmung der Erfahrung mit dem, was aus dem Zusammenhang der Cohäsion mit dem Magnetismus so wahrscheinlich wird, nicht auf die Vermuthung kommen, dass die Eigenschaft, vom Magnet gezogen zu werden, auch dem Magnesium, und *als* Magnesium, zukomme. Können die weniger (doch vielleicht nur in nicht so hohem Grade, und nur bey den feinsten Versuchen sichtlich) anziehbaren Könige ***), die man unter so vielen bisher erhielt, dieses nicht aus denselben Ursachen seyn, die diese Anziehung auch bey andern Metal-

*) *a. a. O.* S. 17. R.

**) Vergl. *l. c. Vol. III. p.* 102. *Vol. IV. p.* 382. 385. R.

***) Z. B. *Hielm* in *v. Crell's chem. Annalen.* 1792. B. I. S. 280. R.

len, die ausgemacht des Magnetismus als solche fähig sind, wie beym Eisen, Nickel und Kobalt, schwächen oder ganz aufheben? —

Ein anderes Metall, was unserer Analogie zu Folge Ansprüche auf den Magnetismus zu machen hat, ist das *Uranium*. Dieses Metall erfordert einen aufserordentlich hohen Grad der Hitze, um zu schmelzen, der den, bey dem das Magnesium fliefst, noch übertrifft *). Eine mittlere Wärmecapacität wird also schon im Stande seyn, mit diesem hohen Schmelzgrad ein grofses Product zu geben, um damit dem beträchtlichen Grad von Cohärenz und Härte zu entsprechen, den *Klaproth* **) und *Richter* ***) an dem Uraniumkönig wahrgenommen haben. Von dem Verhalten desselben gegen den Magnet erwähnt ersterer zwar nichts, letzterer hingegen hat wirklich gefunden, dafs derselbe, auch im eisenfreyen Zustande, vom Magnet gezogen wurde. Er reinigte Uranium durch Niederschlagung der salpetersauren Auflösung desselben vermittelst weinsteinsauren Kali's, verbrannte das niedergefallene weinsteinsaure Uranium, und reducirte es, nicht wie ehedem durch Zusatz von Blut, sondern, um die bey jener als möglich angegebene Entstehung von phosphor-

*) Vergl. *Klaproth a. a. O. B. II.* S. 212. R.

**) *a. a. O.* S. 221. R.

***) *Ueber die neuern Gegenstände der Chymie*, St. IX. (Breslau u. Hirschb. 1798. 8.) S. 40. R.

lurem Eisen zu vermeiden, mit blofsem Kohlengestiebe, etwas Flufsspath, gebrannter Kreide und Alkali, und erhielt auf diese Art die möglichst vollkommensten gegen 2 Quentchen wiegenden Könige. „*Von einem grofsen Magnete wurde der Uraniumkönig, dessen Oberfläche recht glatt war, nicht nur an der Oberfläche, sondern auch an dem Bruche angezogen; derjenige hingegen, der keine so glatte Fläche zeigte, folgte dem Magnet weit träger, ohngeachtet beide eisenfrey waren* *).„ — Eine solche Zusammenstimmung der Theorie mit der Erfahrung kann wohl schwerlich ein blofses Werk des Zufalls seyn. Sie ist zu schön, als dafs sie nicht die Chemiker ermuntern sollte, bey fernern Untersuchungen auf sie Rücksicht zu nehmen, und so zu entscheiden, ob durch das Uranium die Zahl der magnetischen Metalle wirklich um eins vermehrt werde.

Noch kommt uns ein drittes Metall, was also in der Reihe der magnetischen, im Fall die beiden vorigen ihren Rang wirklich behaupten sollten, das sechste seyn würde, auf halbem Wege entgegen, nemlich das *Chromium*. So viel wir auch schon durch die beiden Entdecker desselben, *Klaproth* und *Vauquelin*, durch *Gmelin* und den *Graf von Mussin-Puschkin* von seinen Oxyden wissen, so wenig wissen wir doch noch vom Metall selbst. Wir kennen erst Eine Reduction des-

*) a. a. O. S. 41. R.

selben von Vauquelin *), und selbst gegen diese hat der letztgenannte Graf **) beträchtliche Zweifel aufgeworfen. Wir mögen indefs den wahren Chromiumkönig wirklich kennen, oder nicht, so ist doch aus dem, was wir über seine Oxyde wissen, gewifs genug, dafs er einen äufserst hohen Grad des Feuers erfordern müsse, um in Flufs zu kommen. *Vauquelin* nennt das Product seines Reductionsversuches schlechthin „*infusibel*„ ***), und war dies auch noch immer nicht der reine König selbst, so ist eben die daraus erhellende Schwierigkeit, seine Oxyde zu reduciren, ein sehr treffender Beweis von einer an „*Infusibilité*„ grenzenden Strengflüssigkeit des Metalls selbst, da wir bey der sämmtlichen Reihe der übrigen Metalle überall schwere Reductionsfähigkeit der Oxyde von verhältnifsmäfsiger Strengflüssigkeit des Metalls selbst begleitet sehen. Eine höchstens mittlere Wärmecapacität, die ihm, gerechtfertigten Analogieen zu Folge sehr wahrscheinlich zukommt, wird daher mit jenen schon ein hohes Product geben. Zwar entspricht diesem die grofse Fragilität ****), die Vauquelin dem Product seiner Reduc-

*) *Annales de Chimie T. XXV. p.* 199 — 201. Vergl. *v. Crell's chem. Annalen* 1798. *B. I.* S. 282 — 284. *R.*

**) *Scherer's allg. Journ. d. Chem. B. II.* S. 206. 207.; besonders aber *f. v. Crell's chem. Ann.* 1799. *B. II.* S. 4. 5. Vergl. *daf.* 1798. *B. II.* S. 446. *R.*

***) *Annal. de Chim. T. XXV. p.* 201. 203. *R.*

****) *Annal. etc. p.* 201. 203. *R.*

fen eigen fand, nicht ganz; was aber eben vielleicht ein Grund mehr iſt, mit *Muſſin-Puſchkin* die Vollkommenheit dieſer Reduction ſo lange für ungewiſs zu halten, bis mehrere künftige Verſuche beſtimmter darüber entſchieden haben *).

*) Vielleicht war dieſes Product in Hinſicht de reinen Chromiums, nur in mehr oder minderem Grade, eben das, was das für ſich im ſtrengen Feuer behandelte, und dadurch ſowohl in Hinſicht ſeines ſpec. Gewichts (= 9, 55), als ſeines Sauerſtoffgehalts, dem reinen Metallzuſtande näher, jedoch nur näher, gebrachte Wolfram-Oxyd der Gebrüder *de Luyart* in Rückſicht des reinen Wolfram-Metalls war. (S. *deren chem. Zerglied. d. Wolframs* u. ſ. w. A. d. Engl. von *Gren*. Halle 1786. 8. S. 98. 99. Vergl. *Gren's ſyſt. Handb. d. geſammt. Chemie*, Th. III. §. 3526. S. 733.) Sollte es wohl bey einem Metall, was ſich ſo gern mit Sauerſtoff verbindet, wie das Chromium, und von dem man bereits ſo viele feſte Zuſtände ſeines Oxyds kennt, ſo unmöglich ſeyn, daſs es ſelbſt einen Zuſtand des Oxyds gebe, in dem es bereits die Eigenſchaften eines Metalls zeigte? — Die Kohle zeigt ſo manche Eigenſchaften eines reducirten Körpers, faſt möchte ich ſagen, eines Metalls (vergl. *meine Beyträge zur nähern Kenntniſs des Galvanismus*, Jena 1800. 8. S. 245.), und doch iſt ſie nur das Oxyd eines Körpers, (des *Diamants*) von dem es phyſikaliſche Analogieen höchſt wahrſcheinlich machen, daſs ſelbſt er noch das *Oxyd* eines Körpers höherer Reduction (eines Metalls?) ſey. Und in welchem Zuſtande endlich befindet ſich das in der That ſchon in man-

Auch giebt jener Chemiker nichts von dem Verhalten dieſes Products zum Magnetiſmus an. Auf dieſem Wege können wir alſo vorjetzt zur Beſtätigung unſerer Vermuthung nicht gelangen.

Deſto fruchtbarer hingegen iſt die Zuſammenſtellung der über die Oxyde dieſes Metalls und die erdigten Verbindungen derſelben angeſtellten Beobachtungen. Die *Oxyde des Chromiums* kommen in mehrern Edelſteinen vor, und unter andern namentlich im *Smaragd* *) und *Rubinen-Spinell* **), in beiden fand *Vauquelin* mit den Erden nichts als dieſe metalliſche Subſtanz verbunden. *Bergmann*, *Achard* und *Klaproth*, die den Smaragd und Rubin ebenfalls unterſucht haben, hielten den Metallgehalt beider blos für *Eiſenoxyd*, von dieſem aber ſagt *Vauquelin* in Bezug auf den *Smaragd*

chen Fällen ſich mit dem Chromium ſo ähnlich verhaltende Magneſium im kryſtalliſirten Braunſtein, deſſen Inneres bey der Electricität, dem Galvanismus, und in andern Hinſichten, ſo ganz die Rolle eines Metalls ſpielt, und deſſen Aeuſſeres verführeriſch genug geweſen iſt, um mehrere ſch[illegible] verleitet zu haben, ihn für einen natürlichen Magneſium-König zu halten. *R.*

*) *Vauquelin* in *Annal. d. Chim.* T. XXVI. *p.* 264. *Scherer's allg. Journ. d. Chem.* B. I. S. 366. u. *v. Crell's chem. Annal.* 1798. B. II. S. 410. *R.*

**) *Derſelbe* in *Annal. d. Chim. T. XXVII. p.* 15. *Scherer's a. Journ. d. Chem.* B. II. S. 37. u. *v. Crell's chem. Annal.* 1799. B. I. S. 94. *R.*

„*qu'il n'existe point*„ *), und in Hinsicht des *Rubin - Spinells*, „*qu'il n'existe pas un atome de fer dans la pierre dont il est question*„**). Von beiden Steinen aber ***), wie von allen übrigen Varietäten derselben, hat *Brugmans* durch die genauesten Versuche gefunden, dafs sie, gleich eisenhaltigen Steinen, sämmtlich dem Magnet folgen. Wir setzen auf einen Augenblick voraus, dafs die von *Brugmans* angewandten Steine alle blos Chromium-Oxyd enthielten, um ihr magnetisches Verhalten mit ihrer chemischen Qualität näher vergleichen zu können. — Alle bisherigen Analysen des Smaragds, wie des Rubins und Spinells, stimmen darin überein, dafs der Metallgehalt der letztern gröfser sey, als der des erstern. Doch hat *Brugmans* gefunden, dafs die letzteren (und unter diesen der letzte) durchaus schwächer vom Magnet gezogen werden, als der erstere. Dies scheint ein Widerspruch; er löst sich indefs sehr bald, wenn man sich erinnert, dafs in den *grünen*

*) *Annal. d. Chim. T. XXVI. p.* 265. R.

**) *Annal. d. Chim. T. XXVII. p.* 5. R.

***) *A. Brugmanns Magnetismus, seu de affinitatibus magneticis observationes academicae*, Lugd. Bat. 1778. 4. §. 33. u. *dessen Beobachtungen über die Verwandtschaften des Magnets*, a. d. Lat. v. *Eschenbach*, Leipz. 1781. 8. S. 127. 128. desgl. *dessen philosophische Versuche über die magnetische Materie*, a. d. Lat. v. *Eschenbach*, Leipz. 1784. 8. Anhang S. 294. 295. R.

Steinen nach Vauquelin das Chromium sich in dem minder oxygenirten Zustand des bloßen *Oxyds*, in den *rothen* aber im stärker oxygenirten, in dem der *Säure*, befindet. Denn wem ist es unbekannt, daß beym Eisen die Anziehbarkeit vom Magnet um so geringer wird, in je stärkerem Grade es oxydirt wird, und daß sie zunimmt, wie der Grad der Oxygenation desselben abnimmt? Ferner fand jener Physiker, daß innerhalb einerley Farbe die Anziehung um so stärker war, je höher die Farbe stieg. Der orientalische Smaragd wurde stärker gezogen, als der occidentalische; ersterer aber ist dunkler als letzterer, und *Bergmann* und *Achard*, die den ersten zerlegten, geben seinen Metallgehalt größer an, als *Klaproth* und *Vauquelin* vom letztern. Selbst ersterer wird um so stärker gezogen, je dunkler seine Farbe ist; ein starkgefärbter polirter Smaragd bekam sogar Pole. Unter den rothen Steinen wird der hellere Spinell schwächer gezogen, als die übrigen Rubine, und diese wieder mehr oder minder nach dem Grad ihrer Färbung; aber der Spinell hält ebenfalls wieder weniger metallischen Stoff, als dunkler gefärbte Rubine, und unter letztern die dunkelsten den meisten. Die Chromiumhaltigen Steine befolgen also in ihrem Verhalten zum Magnet ganz die Gesetze der eisenhaltigen. Heben wir auch also unsere vorhin gemachte Voraussetzung gänzlich wieder auf, so wird aus dem Aufgestellten als Resultat dennoch soviel hervorgehen, daß wir aus Gründen, die wenigstens eben so stark sind,

wie manche der zeither für dieſe oder jene Vermuthung mit Glück vorgebrachten, es der fernern Unterſuchung allerdings empfehlen können, auf die durch die vorige Zuſammenſtellung dem Chromium und ſeinen Oxyden als ſolchen wahrſcheinlich gewordene Magneteität die genaueſte Rückſicht zu nehmen.

Vielleicht entſchuldigt uns die Autorität eines *Vauquelin*, wenn wir auf einen Augenblick die Vermuthung wagen, ob wohl alle bisherigen Täuſchungen über die wahre Natur des Metallgehalts der oftgenannten Steine, vorzüglich mit auf der auch dem Chromium und ſeinen Oxyden urſprünglich zukommenden Eigenſchaft, vom Magnet gezogen zu werden, beruhen können; ob alſo ſelbſt bey den neueſten Analyſen jener Steine vorzüglich die Anziehbarkeit des geglühten Metalloxyds durch den Magnet verleitet habe, es für Eiſen zu halten? — Hr. *Klaproth**) führt wenigſtens keine Gegenbeobachtung an, vielmehr erzählt Hr. *Achard* wirklich, daſs die aus dem Smaragd durch Behandlung deſſelben mit Schwe-

*) *a. a. O.* B. II. S. 5. 13. — Er ſchlug die von der Behandlung des Spinells, wie des Smaragds, mit ſalzigter Säure erhaltene Auflöſung durch Ammoniak nieder, und ſagt nur von dem braunen ausgeglühten Niederſchlage, daſs er aus Eiſenkalk beſtehe, ohne indeſs die Art, auf welche er ſich als ſolcher erwies, näher anzugeben.

fel-, Salpeter- oder salzigter Säure, Abdampfung der Auflösung, Ausglühen des erhaltenen Rückstandes und Auslaugung des wenigen dabey befindlichen kalkerdigten Salzes erhaltene rückständige braune *) sowohl, als die auf ähnliche Weise aus dem Rubin erhaltene braunrothe **) Erde nach der Vermischung und Röstung oder gelinden Glühung mit Oehl oder Talg, gänzlich vom Magnet gezogen wurde; nur werden die Folgerungen hieraus durch die von eben demselben Chemiker ***) wie von Bergmann ****) gemachte Bemerkung, dass diese Erde aus ihrer ersten Auflösung, oder auch nach dem Ausglühen von neuem in Säure aufgelöst, durch blausaures Kali zu wirklichem Berlinerblau niedergeschlagen werde, einigermaßen beschränkt, — wofern uns nicht etwan auch hierüber die Zukunft unerwartete Aufschlüsse geben sollte.

Dass das Eisen nicht die einzige metallische, der Sphäre des Magnetismus zugehörige Substanz sey, deren Oxyden durch Glühen anziehbar für den Magnet werden, hat kürzlich noch *Klaproth* *****) in

*) *Achard's Bestimmung der Bestandtheile einiger Edelsteine.* Berlin 1779. 8. S. 43. 44. R.

**) *Derselbe* a. a. O. S. 13. R.

***) a. a. O. S. 13. 14. 43—45. R.

****) *T. a. Vol. II. De terra gemmarum* §. 4. p. 90. R.

*****) a. a. O. B. II. S. 143. R.

in Hinsicht des blausauren Nickels gezeigt, und wahrscheinlich wird man dies auch für die übrigen magnetischen Metalle, wenigstens für die meisten derselben, noch bestätigt finden. So lange daher keine Beobachtungen vorhanden sind, die in Hinsicht des *Chromiums* *) das ausdrückliche Gegentheil darthun, so lange wird es auch erlaubt seyn, durch Analogieen die Chemiker darauf aufmerksam zu machen, um so durch Beobachtungen hierüber, wie über das Verhalten des Chromiums im reinen metallischen Zustande zum Magnetismus, recht bald zu erfahren, ob diesem Körper in der That der Rang zugehöre, auf den er allem Vorigen zu Folge so gerechte Ansprüche zu haben scheint.

*) Wirklich erzählt *Brugmans* ein Beyspiel, was, wenn sein Smaragd in der That blos Chromiumoxyd enthielt, demselben diese Eigenschaft völlig zusichert. Er fand, dass die Blättchen, in welche der Smaragd bey einem heftigen Feuer zerspringt, eine sehr starke Vermehrung der magnetischen Kraft zu erkennen gaben; eine Modification, die der ganz ähnlich ist, welche eisenhaltige Steine unter gleichen Umständen erleiden. S. *dessen Beobachtungen* u. s. w. S. 127. u. f. R.

(Die Fortsetzung folgt.)

II.

BEMERKUNGEN

über

den Widerstand flüssiger Körper,

und

Beschreibung von Versuchen, die zum Behuf einer richtigen Theorie hierüber angestellt wurden,

von

SAMUEL VINCE F. R. S.*)

In unsern Theorieen nimmt man an, dass, wenn ein fester Körper sich durch einen flüssigen bewegt, jedes Wassertheilchen, ungestört von allen übrigen Theilchen, auf denselben wirke. Ein jedes stösst auf den Körper, der sich durch die Flüssigkeit bewegt, und lediglich auf diesen Stofs wird in der Theorie gesehn, gleich als würde es unmittelbar nach dem Stofse vernichtet; indem nur dann das folgende Theilchen seine Kraft ungehindert und ununterbrochen äufsern kann. Es fehlt sehr viel daran, dafs diese Annahme in der Wirklichkeit statt finde; kein Wunder daher, wenn Theorie und Erfahrung hierbey sehr schlecht zusammenstimmen. Wollen wir hierüber zu etwas Genügendem kommen, so müssen wir zu Versuchen schreiten, um eine Grundlage zu einer bessern Theorie zu erhalten.

*) Fortsetzung des Aufsatzes, Annal. d. Ph. II. 401.

Zum Behuf solcher Versuche liefs ich folgende Maschine bauen, mittelst deren sich sowohl die absolute Gröfse des Widerstands, den ein flüssiger Körper einem festen leistet, in jedem Fall sehr genau finden, als auch das Gesetz, wonach der Widerstand sich bey verschiednen Graden der Geschwindigkeit verändert, bestimmen läfst*).

Beschreibung des Apparats.

Die beiden fest zusammengefügten Bohlen *AB*, *CD*, (Taf. I. Fig. 1.) machen den Fufs der Maschine aus, und werden mittelst der Schrauben *A*, *B*, *C*, *D*, auf einen Tisch oder eine andre Ebne fest geschroben. In der Mitte derselben ruht auf einer conisch vertieften Pfanne der untere conische Zapfen einer dünnen, gut polirten und lenkrecht stehenden eisernen Achse *m n*, deren oberes Ende durch einen genau anschliefsenden polirten eisernen Ring geht, der in den Rahmen *EGF* eingelegt ist; in diesen beiden Pfannen kann die Achse *m n* sich frey und ungestört drehen. Auf der Achse sitzen unter rechtem Winkel vier breite und gleich lange Arme *a*, *b*, *c*, *d*, an denen mit-

*) Sie stimmt im Wesentlichen mit der überein, deren sich schon *Robins* und nach ihm *Hutton* zu ihren Versuchen über den Widerstand bedienten, den die Luft festen Körpern, die sich in ihr bewegen, leistet. *Hutton's* Versuche selbst findet man in *Grens* Journ. der Physik B. V. S. 289. beschrieben. *d. H.*

telst Dräthe die Ebnen *e*, *f*, *g*, *h* angesteckt sind. Diese Ebnen können aus Pappe oder Zinn bestehn; der Drath ist an dem Ende, wo er mit ihnen verbunden ist, breit geschlagen, und das andre Ende desselben geht durch zwey Oehre aus Drath, in denen er so fest sitzt, dass die Ebnen in jeder Lage, in die man sie stellt, unverrückt bleiben, ohne dass man fürchten dürfte, diese Lage unwillkührlich geändert zu sehn. Die beiden feinen Seidenfäden *u* und *w* sind um die Achse nach entgegengesetzten Richtungen gewunden, dann über Rollen *z* und *a* geschlagen, und mit den Waagschalen *R*, *T*, versehn, in welche gleiche Gewichte gelegt werden, um dadurch die Achse mit ihren Flügeln in Bewegung zu setzen. Wie man auch diese Gewichte vermehrt, so nimmt dadurch weder die Friction in der untern Pfanne, noch im obern Ringe zu. Zwar wird bey vermehrten Gewichten die Friction in den Rollen gröfser, doch wird auch diese Zunahme unmerklich, wenn man den Rollen einen beträchtlichen Halbmesser giebt, und sie mittelst conischer Zapfen in conischen Pfannen spielen läfst. Giebt man so z. B. den Zapfen an ihren Enden den hunderten Theil der Rollen zum Durchmesser, und berechnet die Friction auf ein Fünftel des Gewichts, so beträgt die Friction zwischen Zapfen und Pfanne der Rollen nur $\frac{1}{500}$ des ganzen Gewichts; und selbst diese so geringe Gröfse liefse sich mittelst Frictionsräder noch um das Hundertfache vermindern. Doch wird man die Genauigkeit bey solchen Versuchen nie so weit

treiben können, dafs dieſes nöthig wäre. Eben ſo lieſse ſich die Friction im obern Ringe mittelſt zweyer Frictionsräder vermindern, die man in der Richtung des Zugs der beiden Fäden anbrächte. — Sind die Arme ſehr lang, ſo kann man ihnen noch einen gröſsern Halt verſchaffen, indem man auf das Querholz *K* ein ſenkrechtes Stück ſetzt, und darüber Dräthe ſpannt, welche die entgegengeſetzten Enden der Flügel anziehn.

Will man mittelſt dieſer Maſchine Verſuche über den *Widerſtand des Waſſers* anſtellen, ſo muſs die eiſerne Achſe *m n* über das Deckſtück *K* hinausreichen, und die ganze Maſchine bis über die Flügel in ein weites Behältniſs mit Waſſer geſetzt werden. Die beiden Seidenfäden werden dann über *K* um das Stück der Achſe gewunden, welches über das Waſſer hervorragt, ſo dafs ſie trocken bleiben, und die Schaalen auſserhalb des Behälters hängen.

Ehe ich weiter gehe, muſs ich hier etwas aus der Theorie anführen. Wenn eine Ebne, durch ein Gewicht getrieben, ſich in einem widerſtehenden Mittel um eine Achſe dreht; ſo nenne ich den Punct, der, falls in ihm die ganze Maſſe der Ebne vereinigt wäre, denſelben Widerſtand leiden würde, den die ganze Ebne leidet, den *Mittelpunkt des Widerſtands*. Es ſey die Entfernung dieſes Mittelpuncts des Widerſtands von der

Achſe der Drehung $= a$, und der Inhalt der Ebne, die gedreht wird, $= A$, mithin das Differential derſelben in irgend einer unbeſtimmten Entfernung x von der Achſe der Drehung $= dA$. Nun nimmt man gewöhnlich an, daſs der Widerſtand, den eine Ebne leidet, dem Quadrate der Geſchwindigkeit proportional ſey, mit der ſie ſich bewegt; (eine Vorausſetzung, die zu Folge der Verſuche unter gewiſſen Einſchränkungen allerdings gültig iſt), und dieſe Geſchwindigkeit ſteht wiederum mit der Entfernung der Ebne vom Mittelpunct der Drehung x in directem Verhältniſs. Bey gleichen Geſchwindigkeiten verhält ſich dagegen der Widerſtand wie die Gröſse der Ebne. Folglich iſt der Widerſtand, den das Element der Ebne leidet, dem Producte $x^2 . dA$ proportional, alſo das Moment dieſes Widerſtands (der Theorie des Hebels gemäſs) der Gröſse $x^3 . dA$; und mithin muſs das Moment dieſes Widerſtands auf die ganze Ebne A durch das Integrale dieſer Gröſse oder $\int x^3 . dA$ gemeſſen werden. Grade aus denſelben Gründen iſt dieſes Moment (dem Begriff des Mittelpuncts des Widerſtands entſprechend,) der Gröſse $a^3 . A$ proportional. Folglich muſs $\int x^3 . dA = a^3 . A$, und alſo $a = \sqrt[3]{\frac{\int x^3 . dA}{A}}$ ſeyn.

Iſt die Ebne ein Rechteck, und ſteht die Seite deſſelben, die der Achſe der Drehung am nächſten liegt, m, die von ihr am weitſten liegt, n Theile von ihr ab; ſo iſt die Entfernung des Mittelpuncts

des Widerſtands von der Axe der Drehung,

$$a = \sqrt[3]{\frac{n^4 - m^4}{4n - 4m}} = \sqrt[3]{\frac{(n^2 + m^2)(n + m)}{4}}$$ *).

Will man nun die Gröſse des Widerſtands finden, den die Flügel bey ſenkrechtem Stoſse gegen das Waſſer leiden; ſo ſtelle man ſie zuerſt horizontal, und lege in beiden Schaalen gleiche Gewichte, ſo daſs die Arme in eine gleichförmige Bewegung kommen. Da dann die Flügel ſich in ihrer Ebne bewegen, ſo leiden ſie gar keinen Widerſtand, und die beiden Gewichte zuſammengenommen geben die Gröſse der Friction und des Widerſtands, den die Arme bey dieſer Geſchwindigkeit im Umfange der Achſe $m\,n$ leiden. Stellt man darauf die Flügel mittelſt eines Bleyloths ſenkrecht, und vermehrt die Gewichte in beiden Schaa-

*) Es ſey nemlich die Höhe des Rechtecks h, ſo iſt der Inhalt deſſelben $A = h\,(n - m)$ und $dA = h.\,dx$. Mithin wird $\frac{\int x^3\,dA}{A} = \frac{h.\int x^3.\,dx}{h(n-m)} = \frac{x^4}{4(n-m)} + Conſt.$ Nun verſchwindet dieſes Rechteck für $x = m$ geſetzt, und zugleich mit ihr aller Widerſtand. Alſo muſs $o = \frac{m^4}{4(n-m)} + Conſt.$ oder $Conſt = \frac{-m^4}{4(n-m)}$ ſeyn; und da man den Widerſtand des ganzen Rechtecks für $x = n$ geſetzt findet, iſt $a = \sqrt[3]{\left(\frac{n^4}{4(n-m)} - \frac{m^4}{4(n-m)}\right)}$ dem Texte gemäſs, in welchem ich mir den Vortrag etwas abzuändern erlaubt habe. *d. H.*

len gleichmäfsig, bis die Arme wieder dieselbe gleichförmige Geschwindigkeit erlangen; so ist, wenn das Gewicht auf diese Art um W vermehrt ist, und r den Halbmesser der Achse mn bedeutet, W dem Widerstande gleich, den in der Entfernung r von der Achse der Drehung, die Ebnen der Flügel allein, bey jener Geschwindigkeit leiden. Denn die Friction nimmt, wie wir gesehn haben, bey vermehrten Gewichten nicht zu, und auch der Widerstand gegen die Arme ist derselbe als vorhin. Nun aber wirkt der Widerstand nicht im Umfange der Achse, sondern im Mittelpunct des Widerstands, der um a von der Achse der Drehung abliegt, und ist in dem Verhältnifs kleiner als W, um welches a gröfser als r ist. Mithin beträgt der absolute Widerstand, den die 4 Ebnen der Flügel leiden, $\frac{r}{a}.W$. Brauchen sie zu einer Umdrehung t Secunden; so ist die Geschwindigkeit des Mittelpuncts des Widerstands $\frac{2\pi a}{t}$; und diese nehme ich für die Geschwindigkeit der Flügel.

Grade auf dieselbe Art findet man den Widerstand der Flüssigkeit, wenn die Ebnen der Flügel unter bestimmten Winkeln gegen den Horizont geneigt werden. Damit jedoch in diesem Fall die Reibung der Axe nicht durch den Theil des Widerstands, der auf die Flügel in der Richtung der Schwere wirkt, verändert werde, mufs man sie so stellen, dafs das Wasser auf die Flügel

des einen Arms gegen die Fläche, die nach oben, auf die Flügel des andern Arms gegen die Fläche, die nach unten gerichtet ist, stofse. Denn dann hebt sich bey dem schiefen Stofse der Theil des Widerstands auf, der mit der Achse parallel wirkt, und ohnedem die Reibung vermehren oder vermindern würde, und blos der Theil in der Horizontalebne bleibt wirksam. Läfst man ein Bleyloth längs der obern Schärfe des Flügels herabfallen, so läfst sich der Flügel mittelst eines kleinen Quadranten leicht unter jeden beliebigen Winkel gegen den Horizont stellen. — Bringt man die untere Pfanne *m* der Achse in einen Hebelarm, und setzt den Hebel mittelst Gewichte in beiden Fällen (wenn die Flügel horizontal, und wenn sie geneigt stehn) ins Gleichgewicht; so giebt der Unterschied beider Gewichte den der Achse parallel wirkenden Theil des Widerstands; so dafs sich also mittelst dieses Apparats auch leicht der Widerstand längs der Achse der Drehung finden läfst.

Will man endlich mittelst dieser Maschine Versuche über den Widerstand anstellen, den *feste Körper* von gegebner Gestalt bey ihrer Bewegung durch eine Flüfsigkeit leiden; so bringe man zwey solche einander völlig gleiche Körper an die entgegengesetzten Enden zweyer Arme die in grader Linie liegen an; denn, wenn man nur einen solchen Körper an einem Arme befestigt, so wird die Reibung der Achse im obern Ringe durch die Centrifugalkraft desselben vermehrt; indefs bey zweyen diese Wir-

kung sich aufhebt. Ueberdem muſs man zwey dünne Bleyſtücke mit zugeſchärften Seiten haben, die grade ſo viel als die Körper wiegen. Zuerſt ſteckt man dieſe an den Arm, und ſetzt die Maſchine durch eingelegte Gewichte in eine Bewegung von beſtimmter Geſchwindigkeit. Dann ſteckt man ſtatt ihrer die Körper an, und vermehrt das Gewicht um W, bis ſie dieſelbe Geſchwindigkeit erlangen; ſo iſt, wie vorhin, der Widerſtand gegen einen der beiden Körper allein, gleich $\frac{r}{2d}.W$.

Verſuche.

Bey der groſsen Anzahl von Verſuchen, die ich mittelſt dieſer Maſchine über den *Widerſtand, den Waſſer* und *Luft* der Bewegung leiſten, angeſtellt habe, hatte ich alle Urſach mit ihrer Genauigkeit ſehr zufrieden zu ſeyn. Hier will ich fürs erſte nur meine Verſuche über den *Widerſtand nicht-elaſtiſcher Flüſſigkeiten* mittheilen, von denen ich, wie ich mir ſchmeichle, mehrere zum erſtenmal angeſtellt habe.

Sie zerfallen in *zwey Hauptklaſſen*, je nachdem das Waſſer ruht, und der Körper ſich darin bewegt, oder der Körper in Ruhe iſt, und das Waſſer gegen den ruhenden Körper ſtrömt. Hier die Reſultate der erſtern, und ihre Vergleichung mit der Theorie.

I. Der Halbmeſſer der Achſe mn betrug in der Maſchine, deren ich mich bediente, 0,2117 ($=r$) engliſche Zoll; die Oberfläche der vier Flügel zuſammengenommen 3,73 ($=d$) Quadratzoll; der Abſtand der Mittelpuncte des Widerſtands in dieſen Flügeln von der Achſe der Drehung, der obigen Formel gemäſs berechnet, 7,57 ($=a$) Zoll, und die Geſchwindigkeit dieſer Mittelpuncte 0,66 Fuſs in einer Secunde.

Erſter Verſuch. Die *erſte* Colonne der folgenden Tafel enthält den Neigungswinkel der Flügel gegen den Horizont, und mithin auch den Winkel, unter welchem das Waſſer gegen die Ebnen der Flügel ſtieſs; die *zweyte* Colonne zeigt den dazu gehörigen Widerſtand, ſofern er in der Ebne der Drehung wirkt, nach Unzen Troy-Gewicht, wie ihn die Verſuche gaben; die *dritte* Colonne giebt dieſen Widerſtand, wie er der Theorie nach ſeyn müſste, vorausgeſetzt daſs Erfahrung und Theorie für den ſenkrechten Widerſtand gleiche Reſultate geben; in der *vierten* Colonne findet man endlich die Exponenten derjenigen Potenzen der Sinus der Neigungswinkel dieſer Flügel, denen der Widerſtand, ſofern er in der Ebne der Drehung wirkt, proportional iſt; oder falls der Neigungswinkel Φ, der dazu gehörige Widerſtand w beträgt, und $(\sin \Phi)^n$ den Gröſsen w proportional iſt, die Exponenten n.

Neigungswinkel der Flügel	Widerstand in Unzen nach Versuchen	Widerstand in Unzen nach d. Theorie	Exponenten m
10°	0,0112	0,0012	1,73
20°	0,0364	0,0093	1,73
30°	0,0769	0,0290	1,54
40°	0,1174	0,0616	1,54
50°	0,1552	0,1043	1,51
60°	0,1902	0,1476	1,38
70°	0,2185	0,1926	1,42
80°	0,2337	0,2317	2,41
90°	0,2321	0,2321	

Da für $\varphi = 90°$, mithin für $\sin \varphi^m = 1$, der Widerstand $w = 0{,}2321$ beträgt, so verhält sich, der Voraussetzung gemäfs, welche der vierten Colonne zum Grunde liegt, $1 : \sin \varphi^m = 0{,}2321 : w$, oder es ist $\sin \varphi^m = \frac{w}{0{,}2321}$; folglich $m = \frac{\log w - \log 0{,}2321}{\log \sin \varphi}$, und nach dieser Formel sind die Zahlen der vierten Colonne berechnet *). Nach der Theorie soll sich der Widerstand wie die dritte Potenz des Sinus verändern. Man sieht aber hieraus, dafs er vom rechten Winkel an nach einem kleinern Verhältnisse abnimmt, und dabey ist er keiner Potenz des Sinus, noch irgend einer andern Function des Si-

*) Z. B. für $\Phi = 10°$ ist nach den Versuchen $w = 0{,}0112$, also $\log w = 8{,}0492180 - 10$. $\log 0{,}2321 = 9{,}3656751 - 10$. und $\log \sin \Phi = 9{,}2396702 - 10$; mithin $m = \frac{8{,}6835429 - 10}{9{,}2396702 - 10} = \frac{-1{,}3164571}{-0{,}7603298} = 1{,}73$. d. H.

nus oder Cosinus des Neigungswinkels proportional, so viel ich deren versucht habe. Dafs der wirkliche Widerstand immer gröfser ist, als ihn die Theorie angiebt, (vorausgesetzt, dafs beide für den senkrechten Widerstand dieselben sind,) rührt zum Theil wohl daher, dafs wir bey der Theorie den Theil des Widerstands ganz vernachläfsigen, der mit der bewegten Ebne parallel wirkt, obschon die folgenden Versuche zeigen, dafs auch dieser Theil des Widerstands allerdings noch in etwas auf die Flügel wirkt; auch trägt vielleicht der Widerstand, den die ausweichende Flüfsigkeit in der umgebenden Flüfsigkeit leidet, und auf den man in der Theorie gar nicht sieht, dazu bey, einen gröfsern Widerstand, als nach der Theorie, zu erzeugen, wiewohl die Wirkung dieses Umstands, die bey allen Neigungswinkeln gleichmäfsig Statt hat, sich nicht wohl beurtheilen läfst.

In der Theorie nimmt man an, der senkrechte Widerstand gegen die Flügel sey dem Gewichte einer Wassersäule gleich, deren Grundfläche so grofs ist, als die Oberfläche der Flügel, d. h. 3,73 Quadratzoll, und deren Höhe der Fallhöhe eines schweren Körpers gleich ist, zu welcher als Geschwindigkeit die Geschwindigkeit der Flügel von 0,66 Fufs gehört. Diese Fallhöhe beträgt 0,08124 Zoll, mithin das Gewicht einer solchen Wassersäule 0,1598 Unzen Troy-Gewicht. Die Versuche geben einen senkrechten Widerstand von 0,2321 Unzen. Folglich ist der wirkliche Wider-

ſtand, den die Flügel leiden, $\frac{8}{10}\frac{2}{11}\frac{1}{12}\frac{2}{13}$, oder ungefähr $\frac{1}{4}$ von dem, den die Theorie giebt.

Es iſt ſehr überraſchend, daſs in der groſsen Reihe von Verſuchen, welche *D'Alembert*, *Condorcet* und *Boſſut* über den Widerſtand des Waſſers gegen Körper, die ſich darin bewegen, angeſtellt haben, die abſolute Gröſse des Widerſtands mit der, wie ſie die Theorie giebt, ſehr nahe zuſammenſtimmte. Sie lieſsen ſchwimmende Körper mittelſt einer Kraft, die parallel mit der Oberfläche des Waſſers wirkte, durch das Waſſer fortziehn, und ihre Genauigkeit iſt keinem Zweifel unterworfen. Auch die hier erzählten Verſuche ſind ſo oft und mit ſo vieler Sorgfalt wiederholt worden, und ihre Reſultate ſtimmen alle ſo nahe zuſammen, daſs ſie den wahren Widerſtand gewiſs bis auf einen hohen Grad von Zuverläſſigkeit angeben. Da hier die Ebnen, die ſich bewegten, bis auf eine gewiſſe Tiefe in das Waſſer geſenkt waren, in jenen Verſuchen hingegen die Körper an der Oberfläche ſchwammen; ſo ſehe ich keinen andern Weg ab, dieſe Verſchiedenheit zu erklären, als daraus, daſs das Waſſer an der Oberfläche leichter als in der Tiefe längs der Enden der Ebnen ausweichen konnte; wiewohl ich gern geſtehe, daſs dieſer Grund mir ſelbſt nicht genügt. Den Widerſtand gegen Körper, die in das Waſſer herunterſinken, iſt offenbar ein Fall, der unter meine Verſuche fällt.

Zweyter Verſuch. Statt der ebnen Flügel brachte ich nun *zwey Halbkugeln* an die Arme

der Maſchine ſo an, daſs ſie ſich mit ihrer ebenen Seite voran drehten. Ihr Durchmeſſer betrug 1,1 Zoll, der Abſtand ihres Mittelpuncts des Widerſtands von der Axe der Drehung 6,22 Zoll, und die Geſchwindigkeit dieſes Mittelpuncts 0,542 Fuſs. Unter dieſen Umſtänden ſollte der Widerſtand der Theorie gemäſs 0,05496 Unzen betragen; die Verſuche gaben ihn von 0,08339 Unzen. Folglich war der wirkliche Widerſtand $\frac{0,08339}{0,05496}$, alſo wie vorhin nahe $\frac{3}{2}$ von dem, den die Theorie gab.

Als dagegen die Halbkugeln ſo geſtellt wurden, daſs ſie ſich, mit ihrer krummen Fläche voran, mit derſelben Geſchwindigkeit drehten, betrug der Widerſtand nur 0,034 Unzen. Mithin verhält ſich der Widerſtand gegen die krumme Fläche einer Halbkugel, zu dem gegen ihre ebne Grundfläche, wie 0,034 : 0,08339.

Dritter Verſuch. Darauf wurden *zwey Cylinder* von derſelben Grundfläche, und von demſelben Gewicht als die beiden Halbkugeln, an die Arme geſteckt, und in dieſelbe Geſchwindigkeit gebracht. Dabey litten ſie einen Widerſtand von 0,07998 Unzen. Es verhält ſich alſo der Widerſtand gegen die ebne Grundfläche einer Halbkugel, zu dem gegen die eben ſo groſse Grundfläche eines gleich ſchweren Cylinders, wie 0,08339 : 0,07998; ein Unterſchied, der lediglich daraus erklärbar iſt, daſs die Wirkung des Waſſers auf die hintere Seite der Halbkugel geringer als auf

die hintre Seite des Cylinders ist, weshalb der Widerstand der Halbkugel gröfser bleibt, als der des Cylinders.

Der so gefundne Widerstand des Cylinders stimmt sehr gut mit den Resultaten der vorigen Versuche überein. Unter übrigens gleichen Umständen ist der Widerstand sehr nahe dem Quadrate der Geschwindigkeit proportional, und das läfst sich für alle practische Untersuchungen annehmen, wie ich aus einer Menge von Versuchen mit meiner Maschine finde. Folglich verhält sich bey verschiednen Ebnen der Widerstand wie das Product aus der Fläche in das Quadrat der Geschwindigkeit. Nun hielten die vier ebnen Flügel 3,73 Quadratzoll, und bey einer Geschwindigkeit von 0,66 Fufs betrug ihr Widerstand 0,2321 Unzen; dagegen war die Grundfläche der beiden Cylinder 1,9 Quadratzoll, und ihre Geschwindigkeit 0,542 Fufs. Es müfste sich also verhalten, der Widerstand gegen die Flügel, zum Widerstande gegen die beiden Cylinder wie $3,73 \cdot 0,66^2 : 1,9 \cdot 0,542^2$ d. i. wie 0,2321 : 0,07973. Den Versuchen nach verhielten sie sich aber wie 0,2321 Unzen : 0,07998 Unzen; Verhältnisse, die nur sehr wenig von einander abweichen.

Vierter Versuch. Wollen wir hieraus den Widerstand gegen die ganze *Kugel* berechnen, so dient dazu die Ueberlegung, dafs, da der Widerstand,

ſtand, falls die hintere Seite rund iſt, ſich zu dem Widerſtande, falls die hintere Seite eben iſt, wie 0,08339 : 0,07998 verhält, der Widerſtand gegen die ganze Kugel und gegen die Halbkugel, deren runde Seite ſich voran bewegt, in demſelben Verhältniſſe ſtehn muſs. Der Widerſtand gegen dieſe letztere betrug 0,034 Unzen; folglich verhält ſich 0,07998 : 0,08339 = 0,034 : Widerſtand gegen die ganze Kugel; und dieſer beträgt daher 0,0354 Unzen.

Mithin verhält ſich der Widerſtand gegen eine Kugel, zum Widerſtand gegen einen Cylinder von demſelben Durchmeſſer, der ſich mit derſelben Geſchwindigkeit durch das Waſſer bewegt, wie 0,0354 : 0,07998, oder wie 1 : 2,23.

Nach der Theorie ſoll ſich der Widerſtand der Kugel zu dem eines ſolchen Cylinders wie 1 : 2 oder wie 1,115 : 2,23 verhalten. Folglich iſt (ſtimmen Theorie und Verſuche für den Widerſtand gegen den Cylinder zuſammen) der Widerſtand gegen die Kugel nach der Theorie zu groſs im Verhältniſs von 1,115 : 1. Nun aber haben wir vorhin geſehn, daſs der abſolute Widerſtand, nach der Theorie im Verhältniſs von 0,1598 : 0,2321 gegen den Widerſtand, wie ihn die Erfahrung giebt, zu groſs iſt. Daher muſs der Widerſtand nach der Theorie, zum Widerſtand nach der Erfahrung ſich verhalten wie 1,115 . 0,1598 :

0,2321, oder wie 0,1782 : 0,2321, oder beynahe wie 3 : 4.

* * *

II. Bis hierher haben wir den Widerstand des Wassers gegen feste Körper, die sich darin bewegen, untersucht. Ich komme nun zur Betrachtung des *Widerstands, den flüssige Körper gegen feste ausüben, wenn jene sich bewegen und diese ruhen.*

Fünfter Versuch. Ich füllte ein 5 Fuss hohes Gefäss mit Wasser, welches, wenn man einen Hahn öffnete, in horizontaler Richtung hinausströmte. Die krummlinige Bahn des Strahls wurde an einer senkrecht stehenden Ebne abgezeichnet, und es fand sich, als man diese Zeichnung untersuchte, dass sie eine sehr genaue Parabel bildete, deren längste Abscisse 13,85 Zoll, und die dazu gehörige Ordinate 50 Zoll betrug. Mithin war der Parameter dieser Parabel 180,5 Zoll; und daher die Geschwindigkeit, mit der der Strahl hinaus drang, 189, 6 Fuss *). Da nun der Hahn

*) Ist die Geschwindigkeit eines in horizontaler Richtung bewegten Körpers c, und die Fallhöhe während der ersten Secunde g; so durchläuft der Körper während t Secunden in horizontaler Richtung den Raum von ct, und in senkrechter Richtung von gt^2 Fuss. Ist also der Parameter der Parabel, die er durchfällt, P; so gehört zur Abscisse gt^2 die Ordinate ct, und es ist $c^2 t^2 = P.gt^2$, mithin $c = \sqrt{Pg}$. *d. H.*

45,1 Zoll unter der Oberfläche des Waſſers lag; ſo findet hierbey der merkwürdige Umſtand ſtatt, daſs jene Geſchwindigkeit genau der gleich iſt, welche ein Körper durch freyen Fall im luftleeren Raum durch dieſe Höhe erlangt haben würde. Wäre das Waſſer durch eine bloſse Oeffnung ausgeſtrömt, ſo würde es nur mit einer Geſchwindigkeit, die zu der *halben* Höhe des Waſſerſtands, als Fallhöhe, gehörte, hervorgedrungen ſeyn. Mithin vermehrt die Röhre des Hahns die Geſchwindigkeit des Waſſerſtrahls im Verhältniſs von $1 : \sqrt{2}$, und giebt demſelben die gröſste mögliche Geſchwindigkeit. Dieſe Röhre war 3 Zoll lang, ihr Querſchnitt hielt 0,045 Quadratzoll, und der Boden des Gefäſses war ein Quadrat über eine Seite von 12 Zoll beſchrieben.

Die Gröſse des Querſchnitts der Röhre läſst ſich folgendermaſsen ſehr genau beſtimmen. Während das Gefäſs beſtändig bis auf einerlei Höhe voll erhalten wird, fange man das Waſſer auf, das in t'' ausſtrömt. Dieſes wiege man, und beſtimme daraus die Menge deſſelben in Cubikzoll; ſie ſey m. Iſt nun v die Geſchwindigkeit, mit der das Waſſer ausſtrömt, und a die Gröſse des Querſchnitts der Röhre; ſo ſtrömt in 1 Sekunde av, mithin in t Sekunden avt Waſſer aus, und es iſt $m = avt$, mithin $a = \frac{m}{vt}$. Im jetzigen Falle war $t = 10$ Sekunden, $m = 170{,}63$ Kubikzoll, und $v = 189{,}6$, mithin $a = 0{,}045$ Quadratzoll.

Zwischen zwey Bohlen *rs*, *tu*, (Taf. I. Fig. 2.), welche senkrecht auf dem Fussgestelle *ABCD* stehn, sey ein ebner und breiter Hebel *eac* an der Achse *xy* genau im Gleichgewichte aufgehangen. Der Mittelpunct dieses Hebels sey *a* und in Perpendikel auf die Achse durch diesen Punct habe man in gleichen Entfernungen von demselben die Puncte *c* und *e* genommen. Man drehe den Hebel in die senkrechte Lage, wie ihn die Figur darstellt, und setze das vorige Wassergefäss so, dass der Strahl, der aus der Röhre hervordringt, in der Entfernung 1 Zolls von derselben, genau senkrecht gegen die Ebne des Hebels in einem Puncte stosse, der grade hinter *e* auf der hintern Seite des Hebels liegt. Im Puncte *c* ist ein Seidenfaden befestigt, der an seinem andern Ende die Schaale *Q* von bekanntem Gewichte trägt, und die Rolle *p*, über die er geschlagen ist, wird so angebracht, dass der Faden genau senkrecht auf der Ebne des Hebels stehe.

Nachdem alles auf diese Art vorgerichtet ist, öffne man den Hahn und lege in die Schaale Gewichte, bis der Hebel, gegen welchen der Wasserstrahl in *e* stösst, senkrecht erhalten wird. Das hineingelegte Gewicht, sammt dem Gewicht der Schaale, ist dem Druck des Wasserstrahls gegen den Hebel gleich, und auf diese Art lässt sich der senkrechte Widerstand leicht bestimmen. Darauf neige man den Hebel unter bestimmten Winkeln gegen die Richtung des Wasserstrahls,

richte die Rolle *p* ſo vor, daſs der Seidenfaden in dieſer Lage ſenkrecht auf dem Hebelarme bleibe, und lege nun in die Schaale ſo viel Gewichte, bis der Hebel, gegen den der Waſſerſtrahl ſtöſst, in ſenkrechter Lage erhalten wird; ſo erhält man den Theil der Wirkung des Strahls, der bey jenem ſchiefen Stoſse ſenkrecht auf den Hebel wirkt; und auf dieſe Art läſst ſich beym ſchiefen Widerſtande der Theil finden, der ſenkrecht gegen den Hebelarm gerichtet iſt.

Sechster Verſuch. Die folgende Tafel zeigt dieſen Widerſtand nach Unzen, Pennys und Grains *), wie ihn für alle Neigungswinkel von 10 zu 10 Graden ſorgfältige Verſuche beſtimmt haben, und wie er der Theorie zu Folge ſeyn müſste, wenn er dem Sinus des Neigungswinkels proportional wäre, und für den ſenkrechten Widerſtand Verſuche und Theorie übereinſtimmen.

Neigungs-Winkel	Widerſtand nach Verſuchen			Widerſtand nach der Theorie		
	Unz.	Pe.	Gr.	Unz.	Pe.	Gr.
90°	1	17	12	1	17	12
80°	1	17	—	1	16	22
70°	1	15	12	1	15	6
60°	1	12	12	1	12	11
50°	1	8	10	1	8	17
40°	1	4	10	1	4	2
30°	—	18	18	—	18	18
20°	—	12	12	—	12	19
10°	—	6	4	—	6	12

*) Die Unze hat 20 Pennys und der Penny 24 Grains. *d. H.*

Hieraus erhellet, dafs der Widerſtand in dieſem Falle in der That, wie es die Theorie lehrt, dem Sinus des Winkels proportional iſt, unter welchem der Waſſerſtrahl gegen die Ebne ſtöſst; denn hier ſind die Unterſchiede zwiſchen Theorie und Erfahrung ſo gering, dafs ſie ſich ſehr wohl aus den kleinen unvermeidlichen Fehlern in den Verſuchen erklären laſſen.

Im Fall der Waſſerſtrahl ſenkrecht gegen die Ebne ſtöſst, müſste, der Theorie gemäſs, der ganze Widerſtand in dieſem Fall dem Gewicht einer Waſſerſäule gleich ſeyn, deren Grundfläche 0,045 Quadratzoll, und deren Höhe 45,1 Zoll, deren Gewicht mithin 1 Unze, 1 Penny und 19 Grains beträgt. Mithin verhält ſich der ſenkrechte Widerſtand nach der Theorie, zu dem, wie ihn die Erfahrung giebt, wie 1 Unz. 1 P. 19 Grs : 1 Unz. 17 P. 12 Grs, d. i, wie 514 : 900.

Will man dieſen Widerſtand mit dem Widerſtande, wenn die Ebne ſich durch ruhendes Waſſer bewegt, vergleichen, ſo muſs man ſich des obigen Reſultats erinnern, nach welchem in dieſem letztern Fall der Widerſtand nach der Theorie, zu dem, wie ihn die Erfahrung giebt, ſich wie 1598 : 2321 verhält. Folglich verhält ſich zu Folge der Verſuche der ſenkrechte Widerſtand des Waſſers, wenn es ſich bewegt, auf eine ruhende Fläche, zum Widerſtand des ruhenden Waſſers auf dieſelbe Fläche, wenn ſie mit derſelben Ge-

ſchwindigkeit bewegt wird, wie 900 . 1598 : 514 . 2321, d. i. wie 1438200 : 1192954, oder ungefähr wie 6 : 5 *).

Nun aber iſt höchſtwahrſcheinlich der wirkliche Widerſtand gegen die vordere Seite der Ebne in beiden Fällen derſelbe; denn grade ſo, wie die Waſſerſäule, welche über den ausfließenden Strahl ſteht, auf die Theilchen dieſes Strahls wirkt, die gegen die ruhende Ebne ſtoſsen, grade ſo wirkt das Waſſer vor den ſich bewegenden Flügeln auf die Waſſertheilchen, auf welche die Flügel ſtoſsen. Ich ſehe daher keinen andern Grund dieſer Verſchiedenheit ab, als die Wirkung des Waſſers auf die hintere Seite der Fläche, welche nur im zweyten, nicht im erſten Fall ſtatt findet. Und iſt das der Fall, ſo vermindert folglich dieſe Wirkung, bey der Geſchwindigkeit des obigen Verſuchs, den Widerſtand gegen die vordere Fläche um etwa $\frac{1}{7}$ deſſelben. Bey andern Geſchwindigkeiten muſs

*) Iſt für den Fall des ruhenden Waſſers der Widerſtand gegen die ſenkrecht dagegen bewegte Ebne nach der Theorie t, nach den Verſuchen e, im Fall des bewegten Waſſers hingegen der Widerſtand gegen die ruhende ſenkrechte Ebne nach der Theorie t', nach den Verſuchen e'; ſo verhält ſich $t : e = 1598 : 2321$
und $e' : t' = 900 : 514$
und es iſt, bey gleicher Ebne und gleicher Geſchwindigkeit der Bewegung, $t = t'$, mithin $e' : e = 900 . 1598 : 514 . 2321$.

d. H.

dieſe Verminderung anders ausfallen, und zwar mit der Geſchwindigkeit zunehmen oder abnehmen.

Siebenter Verſuch. Da, zufolge des fünften Verſuchs, das Waſſer aus der Röhre des Gefäſses mit einer Geſchwindigkeit ausſtrömte, welche der Höhe des Waſſerſtandes im Gefäſse als Fallhöhe entſprach; die Geſchwindigkeiten folglich den Quadraten dieſer Höhen proportional ſeyn müſſen, (da $v^2 = 4\,g\,s$ iſt); ſo lieſsen ſich mittelſt dieſer Vorrichtung bequem Verſuche über die Zunahme des ſenkrechten Widerſtands mit der Geſchwindigkeit des Ausfluſſes anſtellen, und ausmachen, ob der ſenkrechte Widerſtand wirklich dem Quadrate der Geſchwindigkeit proportional iſt. Dies fand ſich in der That; denn er war immer der Höhe des Waſſerſtandes proportional.

Achter Verſuch. So war alſo der Theil des Widerſtands, welcher ſenkrecht gegen eine ruhende Ebne wirkt, beſtimmt. Ich ſchritt daher nunmehr zu Verſuchen über den Theil der mit der Ebne parallelen Kraft, welcher hierbey wirkſam wird. Zu dem Ende veränderte ich die Lage des Hebels ſo, daſs die Achſe, wie in Figur 3, ſenkrecht auf die breitere Ebne, im Mittelpunkte derſelben ſtand, und brachte den Seidenfaden mit der Schaale an einer der ſchmälern Seiten an, welche ſich jetzt vorandrehten. Das andre blieb wie vorhin, bis auf die Richtung, unter welcher der Strahl auf die Ebne ſtieſs. Iſt nemlich es

ſenkrecht auf dem vertikal ſtehenden Hebel, und läuft zmx in derſelben ſenkrechten Entfernung, als es vom Mittelpuncte des Hebels, mit dieſer Linie parallel; ſo liefs ich den Mittelpunkt des horizontal ausflieſsenden Strahls unter beſtimmten Winkeln gegen die Linie zmx ſtoſsen, ſo dafs der ſpitze Winkel nach x zu lag. Die Gewichte in der Schaale, welche den Hebel in ſenkrechter Lage erhielten, gaben denn den Theil des Widerſtands, der parallel mit der widerſtehenden Ebne wirkte.

Bey dieſen Verſuchen wurde ich anfangs dadurch ſehr überraſcht, dafs ich bey Wiederholung derſelben jedesmal ganz andre Reſultate erhielt, bis ich wahrnahm, dafs ſie ganz anders ausfallen, je nachdem man den Mittelpunct des Strahls auf einen andern Punct der Linie xz aufſtoſsen läſst; wiewohl für ſie alle das Moment der Kraft daſſelbe iſt. Der Widerſtand iſt am gröſsten, wenn man den Mittelpunct des Strahls ſo nahe als möglich bey x auftreffen läſst, und nimmt ab, je näher der Strahl nach dem andern Ende z zu aufſtöſst. Stieſs er ſo nahe als möglich bey z unter Winkeln von 80°, 70° und 60° auf, ſo gab er dem Hebel nicht einen Trieb nach der Richtung xz, ſondern nach der entgegengeſetzten zx, wie es ſich zeigte, als ich die Schaale abnahm, und dieſes bezeichne ich in den folgenden Reſultaten mit dem Minuszeichen. Auf dieſe Art fand ſich der Widerſtand, der parallel mit der Ebne des He-

bels wirkt, wenn der senkrechte Widerstand 1 Unze, 17 Pennys und 12 Grains beträgt, wie folgt.

Neigungswinkel des Strahls gegen die Linie x z	Widerstand parallel mit der widerstehenden Ebne, als der Mittelpunkt des Strahls aufstiefs					
	unweit der hintern Schärfe z		in der Mitte m		unweit der vordern Schärfe x	
	Pen.	Gr.	Pen.	Gr.	Pen.	Gr.
80°	—		3	3	10	17
70°	—		6	2	11	10
60°	—		7	9	11	22
50°	0	17	8	20	13	21
40°	1	16	8	6	13	15
30°	3	20	7	2	12	15
20°	4	16	6	0	11	12
10°	5	12				

Es ist merkwürdig, dafs die Wirkung des Strahls, wenn er unweit z aufstöfst, regelmäfsig zunimmt, indem die Neigungswinkel abnehmen, (denn, habe ich gleich die negativen Wirkungen nicht gemessen, so konnte ich doch sehr deutlich wahrnehmen, dafs dieses auch bey ihnen der Fall war;) indefs die Wirkung des Strahls, wenn er in der Mitte *m* oder unweit *x* aufstöfst, anfangs, bis zum Neigungswinkel von ungefähr 45°, wächst, und dann wieder abnimmt. Bey dem Neigungswinkel von 10° bedeckte der Strahl fast die ganze Länge der Linie x z von einem Ende zum andern.

III.

BERICHT

über das Erdbeben,

welches

den 18ten Nov. 1795 in verschiedenen Theilen Englands gespürt wurde,

von

Edw. Whitak. Gray, med. d. F. R. S. L.*).

Das Erdbeben ereignete sich Freytags den 18ten Novemb. 1795, ungefähr um 11 Uhr Abends, und wurde nördlich bis *Leeds*, südlich bis *Bristol*,

*) *Philos. Transact. of the R. S. of London for* 1796, *Part.* 2. *p.* 353—381. Der Verfasser hatte von der Societät den Auftrag erhalten, aus den an sie eingelaufnen Briefen, und nach eignen Erkundigungen, ihr eine möglichst vollständige Nachricht über dieses Erdbeben vorzulegen, welches die mehrsten nicht an der See liegenden Grafschaften betroffen hatte, und dessen Wirkungen zwar von keiner ausgezeichneten Art sind, hier aber Veranlassung zu nicht uninteressanten Verhandlungen über die Theorie dieser schwierigen Naturerscheinung geben, die jetzt grade, wo man in mehrern Gegenden Deutschlands ein ähnliches Erdbeben bemerkt hat, den Leser besonders interessiren werden. Zugleich mag dieser Aufsatz für den, der zur Geschichte dieses neusten Erdbebens sammlen wollte, zum Muster dienen. *d. H.*

östlich bis *Norwich* und gegen Westen bis *Liverpool* gespürt; eine Ausdehnung, welche von Norden nach Süden ohngefähr 36 und von Osten nach Westen 38 geogr. Meilen beträgt. Ein Viereck, welches man sich zwischen den vier genannten Städten denkt, umfasst, so genau das bey einer solchen Figur möglich ist, alle Oerter, von denen ich Grund habe zu glauben, dass sie das Erdbeben fühlten *). In der Richtung von Nordost nach Südwest ging der Erdstoss beynahe queer durch die ganze Insel.

*) Aus Sommersetshire, Wildshire, Oxfordshire, Buckinghamshire, Northamptonshire, Huntingtonshire, Norfolk, Lincolnshire, Leicestershire, Warwickshire, Gloucestershire, Herefordshire, Worcestershire, Staffordshire, Chesshire, Derbyshire, Nottinghamshire, Yorkshire und Lancashire, sind Nachrichten vorhanden, dass man das Erdbeben dort wirklich spürte. Zu diesen kann man, glaube ich, noch füglich hinzu setzen: Rutlandshire, Berkshire, Bedfordshire, Cambridgshire und Shropshire. Ich habe zwar keine Nachricht von Erdbeben aus diesen Provinzen erhalten; aber wer nur die Lage dieser Districte untersucht und sie mit den oben erwähnten vergleicht, wird leicht finden, dass sie schwerlich unerschüttert bleiben konnten. Ich weiss zwar, dass man oft Erdbeben an zwey verschiednen Orten gespürt hat, und nicht an den dazwischen liegenden; aber ich sehe keinen hinlänglichen Grund, dies bey vorliegendem Falle anzunehmen. *Gray.*

Unter den detaillirten Berichten, die ich über das Erdbeben erhielt, glaube ich folgende der Mittheilung werth, die ich in der Ordnung auf einander folgen laſſe, wie in der vorigen Anmerkung die Grafſchaften, aus denen ſie kommen, nach einander genannt ſind:

Belton in *Lincolnſhire*, den 19ten Novemb. „Geſtern war ein ſehr heftiger Orkan, der von 8 Uhr Morgens bis ohngefähr um 1 Uhr dauerte. Nachdem ſich der Wind gelegt hatte, fiel ein ſtarker Regen, der um 4 Uhr Nachmittags nachlieſs, worauf ein ſchöner Abend folgte. Ungefähr um 11 Uhr Nachts fühlten wir einen fürchterlichen Stoſs eines Erdbebens, das ungefähr 2 Secunden dauerte. Es fing mit einem ſtarken Rumpeln oder mit einem Getöſe an, als wenn ein ſchwerer Wagen die Poſtſtraſse hinunter führe, und mein Stuhl, worauf ich ſaſs, wurde erſchüttert. Es ging von Norden nach Süden, und wurde überall in Grantham und der Nachbarſchaft bemerkt.„

Belvoircaſtle in *Leiceſterſhire*, vom 30ſten November: „Das Erdbeben fing des Abends ungefähr 5 oder 10 Minuten nach 11 Uhr an. Der Wind war den Tag über ſehr ſtark, aber gegen Abend (um 6.) wurde es faſt ganz ſtille, und ſo blieb es die Nacht hindurch. Der Stoſs war im Schloſſe *Belvoircaſtle* ſo heftig, daſs die Schlafenden davon erwachten. Doch hielten ihn nur wenige ſogleich für ein Erdbeben; die mehrſten glaub-

ten in dem obern Zimmer, oder in dem Flure unter uns, sey etwas herabgefallen; oder man habe gegen eine benachbarte Wand oder Thüre heftig geschlagen. Hängende Sachen und unverschlossene Thüren wurden im Schlosse bewegt, und dieses rechtfertigt gewissermafsen die Meinung, dafs die Erschütterung wellenförmig war. Einige, die damals gerade im Freyen waren, versichern, dafs der Stofs mit keiner aufserordentlichen Beleuchtung verbunden gewesen, und dafs man weder Feuerkugeln, noch eine ungewöhnliche Bewegung in der Luft wahrgenommen habe. Ein Geistlicher, der sich in *Knipton*, 1½ angl. Meilen vom Schlosse aufhält, wollte sich eben zu Bette legen, und hatte sich grade in dem Augenblick mit dem Rücken an die Mauer gelehnt, als plötzlich das ganze Zimmer erschüttert und vorzüglich die Bettvorhänge bewegt wurden. Da er mehrere Erdbeben in Italien erlebt hatte, erkannte er dieses sogleich dafür, und war auf die Umstände aufmerksam. Auch er bemerkte völlige Ruhe, und weder Getöse, noch irgend eine aufserordentliche Erleuchtung in der Luft. *Knipton* liegt übrigens niedrig, und wurde eben so sehr erschüttert als das Schlofs.„

Von den Wirkungen zu *Kenilworth* in *Warwikshire* giebt *Rob. Aug. Johnson*, Mitglied der königl. Societät, folgende Beschreibung in einem Briefe vom 25sten Nov. „Man spürte das Erdbeben hier ohngefähr 20 Minuten nach 11; doch wird

unsere Uhr gewöhnlich nach der Sonne gestellt, und ging daher damals beynahe eine Viertel-Stunde vor, so dass es nach der mittlern Zeit ziemlich genau 6 Minuten nach 11 Uhr war. Ich lag zu Bette, und fühlte dieses mit einemmal erhoben. Meine erste Idee war, ein grosser Hund habe sich darunter versteckt, aber die gleich folgende Erschütterung der Gardinen und des Zimmers benahmen mir diesen Irrthum. Auch alle andere, die in ihren Betten erwachten, hatten die nemliche Empfindung; von denen, die noch auf waren, bemerkten nicht alle die Erschütterung, doch fühlten einige ihre Sitze unter sich wanken, und andere sahen hängende Sachen sich bewegen, oder hörten das Knarren von Thüren und Fensterladen, und ein dumpfes Getöse, welches ich nicht wahrgenommen habe. Die Erschütterung dauerte nach meiner Meinung ohngefähr 2 Secunden. Es war ein vollkommen stiller Abend, nachdem es den Tag und die vorige Nacht über aus Süd-West gestürmt hatte. Das Barometer stand am 17ten Morgens auf 30,23 Zoll, fiel aber allmälig den Tag über, und noch schneller während der Nacht, so dass es, so viel ich mich entsinne, den 18ten Morgens auf 28,63, und des Abends kurz vor der Erschütterung auf 28,8 Zoll stand. Das Thermometer zeigte den ganzen Tag über in einem ungeheizten Zimmer auf 48 oder 49°, und die Luft war mit Feuchtigkeit so überladen, dass Wände und Flur dampften. Die Erschütterung wurde am deutlichsten auf Hügeln und Anhöhen gespürt; doch

hat sie, so viel ich gehört habe, keinen Schaden in dieser Gegend angerichtet. — Auch in *Worcester* wurde das Erdbeben vornemlich von Personen im Bette, ohngefähr um 11 Uhr oder 5 Minuten später, gespührt. Es schien jemand ihr Bette in die Höhe zu heben, dieser Empfindung ging ein Getöse vorher, welches einige ein Rumpeln nennen, andre mit dem Falle von Dachziegeln vergleichen, und viele hörten zugleich die Fenster und die Thüre ihrer Zimmer rasseln. Einige Tage vorher hatte man Donner und Blitzen bemerkt, und einige schwächliche Personen empfanden in der Nacht am 18ten eine ähnliche Unruhe und Misbehagen, wie bey Gewittern.„

In *Derbyshire* scheint die Erschütterung sehr heftig gewesen zu seyn. Eine Nachricht von ihren Wirkungen, sowohl über als unter der Erde, findet man in den beiden folgenden Briefen von *William Milnes* aus *Ashover*: „Freytags Abends, ungefähr um 11¼ Uhr, fühlte ich sehr deutlich einen heftigen Stofs eines Erdbebens. Zuerst hörte ich ein rumpelndes Getöse, und gleich nachher war es, als wenn einer oder mehrere mit Gewalt ins Zimmer drängen; das Bett und alle andere Sachen wurden heftig erschüttert. Die Bergleute in der Gregorygrube wurden durch das Getöse und den zugleich sich plötzlich erhebenden Wind so in Schrecken gesetzt, dafs sie ihre Arbeit verliefsen, indem einige fürchteten, die Zimmerung des alten

Manns

Manns, und die Bühnen über ihnen, die viele hundert Tonnen Trümmer und Geſtein enthielten, gäben nach, und würden ſie begraben, und andere, dies in der Nähe des neuen Schachtes arbeiteten, glaubten, die Unterlage, die das Gemäuer trug, ſey gewichen, und der ganze Schacht ſtürtze ein. Mehrere Schornſteine fielen herab, verſchiedene Familien verlieſsen ihre Wohnungen, und alles gerieth in einen Allarm, dergleichen ich hier noch nicht erlebt habe.„

Als Herr *Milnes* noch beſonders wegen des plötzlich entſtehenden Windes befragt wurde, den man für einen merkwürdigen Umſtand hielt, antwortete er: „Ich habe alle unſere Bergleute beſonders befragt, und nach den folgenden Umſtänden ſcheint es keinem Zweifel unterworfen zu ſeyn, daſs der Wind, den man im Bergwerke ſpürte, vom Tage in die Schächte herabkam. Die Arbeiter an den Pumpen, welche eine beträchtliche Tiefe unter den Strecken (*waggon gates*) ſind, und mit ihnen keine Verbindung haben, merkten den Wind gar nicht; ſondern hörten, wo ſie ſtanden, ein dumpfes rauſchendes Getöſe, welches anfänglich weit entfernt zu ſeyn ſchien, nach und nach näher kam, über ihnen hin zu rauſchen ſchien und ſich verlohr. Diejenigen, welche in der Strecke (*waggon gate*) waren, die mit dem Kunſtſchacht und dem neuen Schacht in Verbindung ſteht, fühlten einen ſehr heftigen Windſtrom, wel-

cher, nach der Aussage eines Bergmanns, längs der Strecke (*gate*) vom neuen Schachte herzukommen schien, und so lange dauerte, dass er während desselben 6 oder 7 Yards weit ging. Er hatte kein Licht, und die Seiten der Strecke, in welcher er ging, schienen ihm, als er sie mit den Händen begriff, sich über ihn zusammenstürzen zu wollen. — Jemand versicherte mir, diesen Abend auf einer Anhöhe bey *Moorhall* auf dem Wege nach *Chatsworth* ein ungewöhnliches Licht gesehn zu haben; nach *Chesterfield* zu habe der heitere Himmel auf eine Meile weit blafsroth geschienen, und dies so lange gedauert, bis er seinen auf dem Wagen eingeschlafnen Cameraden geweckt habe, um ihm den sonderbarsten Blitz zu zeigen, den er je gesehen. Nach seiner Beschreibung erstreckte sich diese Erscheinung von Ost nach West, und so niedrig am Horizont, dass sie nur von einer Höhe bemerkt werden konnte.„

Folgendes ist ein Auszug zweyer Briefe des bekannten Physikers *Abraham Bennet* zu *Wirksworth*, gleichfalls in Derbyshire, vom 19ten November und 21sten December. „Ohngefähr 20 Minuten nach 11 fühlte man in der Nacht hier zu *Derby* und an andern benachbarten Orten den Stofs eines Erdbebens. Ich war grade im Bette und erwachte durch einen Lerm, welchen ich zuerst mit dem Getöse eines brennenden Kamins verglich, dann für einen Wagen in der Strafse hielt, ohne an ein Erdbeben zu denken. Andre hatten geglaubt, ein Schornstein fiele ein. Ein Mann, der

grade von *Derby* kam, ſagte, daſs zur Zeit des Getöſes ſich eine Feuerkugel über der Stadt gezeigt habe, und daſs zu Derby einige Steine von Schornſteinen herabgefallen wären. Einige fühlten ihre Betten erſchüttert, und ſelbſt eine Art von elektriſchem Schlag; andre verglichen den Lerm mit dem Geraſſel eines über eine Diele gezogenen Tiſches, und einer lautern Explosion am Ende. Der Wind hatte die ganze Zeit über heftig aus Südweſt geweht, legte ſich aber am Abend, und der Himmel klärte ſich auf. Zur Zeit des Erdbebens wurde die Luft ſehr kalt, und am Morgen war die Erde mit Schnee bedeckt. Dieſer zerging darauf, und der Wind wehte aus N. W.; Umſtände, welche die Hypotheſe zu begünſtigen ſcheinen, daſs Electricität die Urſache der Erdbeben ſey, worüber man doch nur durch Sammlung von zahlreichen Thatſachen aufs Reine kommen wird.„

In ſeinem zweyten Briefe ſagt Hr. *Bennet*: „Ich bin zu *Derby* geweſen, um dort wegen der Feuerkugel, die man da geſehen haben wollte, nachzuforſchen; aber ich und meine Freunde konnten aller Nachforſchung ungeachtet weiter keine Nachricht erhalten, als daſs einige einen Lichtſtrahl geſehen hätten, welchen ſie mir als eine Oeffnung des Himmels beſchrieben. Herr *Watſon* in *Bakewell*, ſchrieb mir, er ſey etwa eine Viertelſtunde im Bett geweſen, als er durch ein

dumpfes rauschendes Getöse in Erstaunen gesetz wurde, und unmittelbar darauf fühlte er eine Er schütterung, die erst seinen Kopf, dann die Füs dreymal in 3 Secunden in die Höhe stiefs, und d sein Bette von Süden nach Norden stand, so glaubt er, sie käme von Süden. In einem Wirthshaus wurden die Aufwärter durch ein Schüttern de Gläser auf den Tischen erschreckt; einige Fremde in andern Stuben fühlten nichts davon. Zu-Bak well sah jemand einen Schimmer wie einen Blit und ein Haus, welches auf einem Kalkfelsen stan wurde so erschüttert, dafs die Klingeln darin e tönten. In *Chesterfield* stürzten einige Schornste ne ein.„

Die Grafschaft *Nottingham* scheint das Er heben am heftigsten gefühlt zu haben. Aus dies Grafschaft sind zwey sehr umständliche Berich eingegangen, der erste von *Edw. Gregory*, dati vom 12. Dec., der zweyte vom *D. Storer* aus d Stadt *Nottingham*. „Ich war, schreibt Herr *Gr gory*, am 18ten Nov. zu *Wollaton*, 3 Meilen wes von *Nottingham*, als ich den Stofs eines Erdb bens fühlte. Ein heftiger kühler Wind, der v S. W. herwehte, tobte mit ungewöhnlicher Wu den ganzen Morgen hindurch, und brachte gegn Mittag uns heftigen Regen, während dessen d Sturm mit derselben Heftigkeit fortdauerte. Ob gefähr um 3 Uhr warf sich der Wind nach N. W und das böse Wetter hörte auf. Die Wolken tren ten sich, und thürmten sich an dem nördlichen H

rizonte auf, wie im Sommer vor Gewittern. Um Sonnen-Untergang hatten sich diese Wolken gröstentheils zerstreut, die Luft wurde hell, scharf und elastisch, an dem nördlichen Himmel zeigten sich alle mögliche Zeichen des Frostes, und meine Aufmerksamkeit wurde durch eine sehr schwarze, drohende Wolke an der Süd- und Südostseite gespannt. Sie lief beynahe parallel mit dem Horizont, und hatte einen zum wenigstens 40° von Süd nach Ost langen, und $1\frac{1}{2}$° breiten sehr hellweissen Lichtsaum, welcher am meisten Aehnlichkeit mit weisser Silberplatt hatte. Das Licht war nach seiner ganzen Ausdehnung mit einem dunklen trüben Purpur schattirt, und das weisse Licht, welches durch diesen dunkeln purpurnen Nebel hervorblickte, contrastirte so stark mit dem dunklen Theil der Wolke, und der Anblick war so schauerlich und furchtbar, dass ich der Gesellschaft, worin ich mich befand, einen heftigen Sturm auf die Nacht prophezeyte. Es war 5 Uhr, und die Sonne stand schon so niedrig, dass sie nicht einmal die Wolken des westlichen Horizonts beträchtlich erleuchten, geschweige denn einer in Südost so niedrig stehenden Wolke ein so helles Licht geben konnte. Es war der Tag vor dem ersten Viertel, und der Mond stand am westl. Ende dieser Wolke, aber selbst der Vollmond würde nicht im Stande gewesen seyn, dem Rand der Wolke ein so intensives und weitgedehntes Licht zu geben, welches mich völlig überzeugte, dass der helle Schein von Electricität herrührte,

mit welcher ich die Wolke ſtark geladen glaubte. Als ich, gleich nach dem Mittagsbrodt, um 8 Uhr wieder nach dem Himmel ſah, war der auſserordentliche Anblick verſchwunden. Die Nacht war dunkel, die Luft völlig ruhig und gelinde. Zwiſchen 20 und 25 Minuten nach 11 wurden wir aber alle durch ein heftiges Wehen oder Praſſeln, (*blaſe* ſo muſs ich es eher als Exploſion nennen, weil es nicht den ſcharfen, dichten, elaſtiſchen Ton hatte den ich mit dem Begriff einer Exploſion verbinde,) ſehr in Schrecken und Erſtaunen geſetzt. Es brach plötzlich los, etwas unter dem Zenith nach Weſten, und wie ich aus der Richtung, in welcher man den Ton hörte, ſchloſs, ſchien es durch die Luft nach Oſt mit groſser Schnelligkeit hereinzubrechen und ſehr beträchtlichen Widerſtand in ſeiner Bewegung zu finden; denn es machte ein ziſchendes Geräuſch, wie es über uns hinwegfuhr. In dem Augenblick, als es anfing, war es mit einem lauten, tieftönenden, hohlen, dumpfen, einem tiefen Seufzer nicht unähnlichen Tone begleitet. Wir waren alle durch dieſes ſchreckliche Getöſe betäubt; einige glaubten, die Fenſter der groſsen Stube wären eingefallen, andere vermutheten irgend einen Unfall an einem andern Theil des Gebäudes. Indem wir ſo unſere verſchiedenen Vermuthungen hatten, fühlte ich, indem ich meinen Arm und die Schulter an die nördliche Wand des Zimmers legte, mich davon weggeſtoſsen und meinen Stuhl unter mir mit einer ſehr lebhaft zitternden Bewegung erſchüttert. Die ganze Ge

ſellſchaft fühlte dieſelbe Wirkung des Stoſses, die bey mir ſo heftig war, daſs einige glaubten, ich wäre von meinem Stuhl auf den Boden gefallen, und hätte die Erſchütterung verurſacht, welche ſie fühlten. Als ſie aber hörten, daſs das nicht der Fall war, glaubten ſie, die Bedienten in dem Speiſezimmer hätten einen Tiſch umgeworfen. Als ich die Wand erſchüttert fühlte, zweifelte ich nicht mehr, daſs es ein Erdbeben ſey, und ſagte es der Geſellſchaft; kaum hatte ich die Worte ausgeſprochen, als wir einen neuen Stoſs bekamen. Dieſer zweyte war mehr wellenartig (*undulatory*) als der erſte. Ich ſtand, und fühlte mich während deſſelben etwas in die Höhe gehoben. Unſre Furcht, daſs noch heftigere Stöſse folgen möchten, verſchwand bald, als wir nichts mehr wahrnahmen. Der erſte Stoſs des Erdbebens kam ohngefähr eine Minute nach jenem Wehen, 20 Sekunden darauf der zweyte Stoſs. In der Bedientenſtube hatten die Gläſer auf dem Tiſch ſo getanzt, daſs ſie geglaubt, einer hätte unter dem Tiſche mit den Knieen getrommelt. Ich verfügte mich darauf in den Garten, um nach den Himmel zu ſehen; er war, ſo wie um 8 Uhr, dunkel und trübe, ohne etwas auffallendes; die Luft ruhig und gelinde. Wie ich des Morgens aufſtand, wunderte ich mich, die ganze Gegend mit Schnee bedeckt zu ſehen. Soldaten aus den Barracken von Nottingham verſicherten, das Erdbeben habe bey ihnen das Geſchirr von dem Geſimſe heruntergeworfen, hatten aber eben ſo wenig als die Schildwache und

wir, einen Lichtſchimmer oder Feuerball bey dem erſten Sturm oder während der Stöſse des Erdbebens geſehn. An andern benachbarten Orten ſchien das Erdbeben einigen ihr Bette zu heben und zu ſchütteln; die Thüren raſſelten, und das Geſchirr, Gläſer u. ſ. f., ſtieſsen auf den Geſimſen zuſammen; an einem Orte warf es einen kleinen Hund von dem Bette, worauf er ſchlief, und ſtürzte einen kleinen Theil des Ufers an einem Kanal ein. Die Richtung des Stoſses ſchien einigen von N. O., andern von S. zu kommen. Der erſte Stoſs erſchütterte mich ſelbſt ſo heftig wirbelartig, daſs ich ſeine Richtung nicht beurtheilen konnte; der zweyte ſchien von N. zu kommen, vielleicht einige Striche weſtlich. Als ich das Blaſen des Windes losbrechen und mit einem ziſchenden Geräuſch hereinſtürmen hörte, ſchloſs ich ſogleich auf irgend eine elektriſche Lufterſcheinung, (welche, wie ich glaube, grade in dieſem Augenblick ſich entzündete,) als auf die Urſache dieſes Gepraſſels, und glaube daher daſs die Erſchütterung der Atmoſphäre, indem ſie ſich der Erde mittheilte, ſie ſo heftig bewegt, und dadurch die Stöſse des Erdbebens veranlaſst habe. Die Wolke des vergangenen Abends, die allem Anſchein nach ſtark mit elektriſcher Materie geladen waren, beſtärkte mich in dieſer Meinung; doch ſo weit ich mich davon durch ſorgfältige Erkundigung vergewiſſern kann, iſt keine Lufterſcheinung, noch irgend ein feuriges Meteor in der ganzen Nacht geſehen worden.

Die mehrſten ſuchen zwar die Urſach des Erdbebens in der Erde ſelbſt; ich bin aber verſucht zu glauben, daſs es durch eine heftige Erſchütterung in der Luft hervorgebracht wurde. Das Wehen (*blaſt*) war unbezweifelt in der Luft. Der heftige Schnee während der Nacht ſcheint ein ſehr ſonderbarer Umſtand; er mag zufällig ſeyn, aber ich muſs ihn mit der Urſache des Erdbebens in ſofern in Verbindung glauben, daſs er die Wirkung einer plötzlichen und ungewöhnlichen Veränderung der Luft, durch Electricität ſey; alſo eine Wirkung derſelben Urſach, welche das Erdbeben bewirkte. Die meiſten höher gelegenen Oerter ſcheinen heftigere Stöſse bekommen zu haben, als die niedriger liegenden.„ *)

*) Dieſe Berichte zeigen ſehr deutlich, wie wenig man ſich auf einzelne Ausſagen wunderbarer Umſtände bey Naturerſcheinungen dieſer Art verlaſſen darf. Ich möchte daher auch nicht die ſtrenge Wahrheit folgender Zeitungsnachrichten über das *Erdbeben*, welches man vor kurzem (am 11ten December Nachmittags) in den Gränzgegenden Schleſiens und Böhmens verſpürt hat, verbürgen, beſonders was den Teich auf der Schneekoppe betrifft, der in Schleſien ſchon ſeit Alters für einen rechten Schauplatz von Zaubereyen und Wunder, und für Rübezahls Lieblingsort gilt. „Ein dichter Nebel hing grade damals mehrere Tage lang über einen groſsen Theil Deutſchlands, und das Fahrenheit. Thermometer ſtand in Breslau auf 21 $\frac{1}{4}$°. In *Schweidnitz* fühlte man eine drey-

Aus einem weitläuftigen Bericht des *D. Storer* in *Nottingham* ziehe ich nur folgende Bemerkungen:

malige, ſchnell hinter einander folgende, doch nicht ſtoſsende Bewegung, wobey der Boden dröhnte, Kalk von den Zimmerdecken herabfiel, und die Gläſer an einander ſtieſsen. In *Glatz* zitterten faſt alle Gebäude, und im Dorfe *Fredersdorf* ſo ſtark, daſs die Einwohner auf das Feld flüchteten. In *Dittersdorf* hörte man unterirdiſche Donner rollen, und bemerkte einen ſtinkenden Schwefelnebel und ſtarke Dunkelheit; zugleich bewegten ſich die Oefen, und die Thüren ſprangen auf. In *Friedland* wurden vom Stoſse einige Sitzende in die Höhe geworfen, Gläſer zerbrochen, und hölzerne Wände zertrennt. Das Barometer ſtieg und fiel bey den Stöſsen unaufhörlich; übrigens vernahm man weder Sturm noch Donner. Die Stöſse hatten ſämmtlich die Richtung von Süden nach Norden, und ihr eigentlicher Sitz ſcheint in dem Steinkohlen-reichen Gebirge zwiſchen Glatz und Böhmen geweſen zu ſeyn. Hier konnten die Bergleute, an dieſem Tage, in mehreren Steinkohlengruben gar nicht bleiben, weil es ihnen an Luft mangelte; in andern, wo ſie blieben, war die Erſchütterung ſo heftig, daſs ſie glaubten, die Decke werde über ihren Köpfen zuſammenſtürzen. Ueber einem See bey *Rückers* im Glatziſchen ſoll an dieſem Tage ein nach Schwefel riechender Nebel gehangen haben, aus welchem ſich der Sage nach, eine Gewitterwolke erhob, worauf ein Donnerſchlag und dann die Erſchütterung folgte. Die nemliche Erſcheinung ſoll man auch bey einem der Teiche auf der Schnee-

gen aus. Alle ſtimmten darin überein, das Geräuſch über ſich gehört zu haben; in der Richtung

koppe wahrgenommen haben. Mehrere ſtarke Gebäude riſſen bey dem Erdſtoſse, und in einigen Städten fielen Schornſteine herab. Seit den letzten Erſchütterungen in Ober-Schleſien (welche Fortſchwingungen des Erdbebens in Calabrien zu ſeyn ſchienen) ſind nun 14 Jahre verſtrichen.„ — Giebt es Leſer dieſer Annalen in Schleſien und Böhmen, welche zuverläſſige und gehörig geprüfte Nachrichten über die merkwürdigen Naturerſcheinungen, die dieſes ſchleſiſche Erdbeben begleitet zu haben ſcheinen, für die Annalen mittheilen wollten, ſo würden ſie ſich gewiſs den Dank der Leſer verdienen.

Auch in *Danzig* glaubt man in dieſem Jahre Spuren eines Erdbebens bemerkt zu haben, da nach einem heftigen Windſtoſs am 7ten Auguſt zwiſchen 5 und 6 Uhr Morgens, der an Dächern und Giebeln vielen Schaden verurſacht hatte, die Waſſerleitung zu laufen aufhörte. Man muſste Wochenlang graben, ehe man die beſchädigten Stellen fand, und nach Ausſage der Arbeiter ſollen dort viele Bleiröhren ganz zuſammengedrückt geweſen ſeyn. Mehrere Häuſer ſtürzten um dieſe Zeit ein, andre muſsten geſtützt, und eine Mauer der Dreyeinigkeitskirche, die ſtarke Riſſe bekommen hatte, untermauert werden. In der Gegend von Lauenburg ſollen ſich noch deutlichere Spuren eines Erdſtoſses gezeigt, und unter andern ein Dorfteich dort ſich ſo erweitert haben, daſs das ganze Dorf darin verſunken iſt. Doch laſſe ich es dahingeſtellt ſeyn, ob dieſe aus Briefen gezogne Nachrichten mehr als bloſse Sagen ſind. *d. H.*

des Stofses widerſprechen ſich ihre Beſtimmungen. Die Dauer des erſten Stofses beſtimmt *Storer* auf 4 Sekunden, ein andrer, der ſchon mehrere Erdbeben erlebt hatte, und nach der Uhr ſah, auf 5½ Sekunden. Einige glaubten etwas einem electriſchen Stofse ähnliches gefühlt zu haben. — „Ob es gleich ungewöhnlich iſt, ſagt er, daſs um dieſe Zeit der Nacht die Arbeiter in den Kohlenminen ſind; ſo habe ich doch von einem Beyſpiel, wo dies der Fall war, gehört. In einer dieſer Gruben war ein Mann und ein Knabe. Der erſte bemerkte nichts. Der Knabe, der dem Schachte näher war, hörte ein Rumpeln, welches er oben zu ſeyn glaubte, er fühlte aber keinen Stofs. Ich habe mehrere Leute geſprochen, die während des Erdbebens in den Straſsen und auſser den Thoren waren; keiner bemerkte eine Erleuchtung am Himmel. Aber man ſagt, daſs einige Reiſenden in den Poſtchaiſen eine ſolche geſehen hätten, und ein zuverläſſiger Mann aus Derby erzählte mir, er habe auf der Gaſſe in dem Augenblick der Erſchütterung ein merkwürdiges Leuchten (*coruſcation*) geſehn, das an dem ſüdweſtl. Theile des Himmels, der ihm grade bedeckt war, anfing, und einen Glanz, einem entfernten Wetterleuchten ähnlich, nur von längerer Dauer, zu verbreiten ſchien. Andere in Derby ſahen aus ihren Fenſtern daſſelbe. In einer Strecke von 25 engl. Meilen ringsumher, wurde der Stofs gleich heftig gefühlt; weiter hinaus reichen meine Nachrichten nicht. Der Zuſtand der At-

moſphäre, der dieſes Phänomen begleitete, iſt nicht weniger bemerkenswerth, als das Erdbeben ſelbſt.

In der Nacht vom 17ten wehte der Wind ſtark aus S. W., am Morgen nahm ſeine Heftigkeit zu, und um 11 Uhr erhob ſich ein Sturm, von ſehr finſtern, dichten Wolken, und einer gröſsern Wärme oder vielmehr Schwüle, als ich je im November, ohne Sonnenſchein, wahrgenommen habe, begleitet. Um Mittag regnete es eine Stunde lang heftig, worauf ſich der Wind legte, die Wolken verſchwanden, und um 6 Uhr ein heiterer ruhiger Abend wurde. In dem Augenblick des Erdbebens war es völlig ſtill; dieſe Stille dauerte bis 1 Uhr Nachts mit demſelben Grad von Wärme, den wir bey Tage gehabt hatten. Um 8 Uhr Morgens fror es ſtark, und der Boden war mit Schnee bedeckt. Man pflegt zwar allgemein die Erdbeben unterirdiſchen Urſachen zuzuſchreiben: allein viele Umſtände in dieſem meinem Berichte ſcheinen eine Verbindung des Erdſtoſses mit dem ſie begleitenden ganz eigenen Zuſtand der Atmoſphäre zu beweiſen, und uns bey Nachforſchung der Urſach auf die plötzlichen Revolutionen zu führen, welchen eine ſo groſse Maſſe von elaſtiſcher und heterogener Flüſſigkeit unterworfen iſt.„

* * *

Ich ſchreite nun, ſagt *Gray*, zu einigen Bemerkungen über dieſe detaillirten Berichte, und werde zwar durch Verfolgung des Gangs des Erdbebens

vorzüglich auszumachen ſuchen, ob es durch eine nach allen Richtungen hinwirkende Centralkraft hervorgebracht wurde, oder ob es blos in einer progreſſiven Bewegung nach Einer Richtung, wie ein Windſtoſs wirkte. Zuerſt muſs ich bemerken, daſs alle Vermuthungen über die Richtung der Stöſse, die ſich auf die Eindrücke derer, die es fühlten, gründen, zu unbeſtimmt und widerſprechend ſind, um richtige Schlüſſe daraus zu ziehen. Hr. *Gregory*, welcher in ſeinem Briefe ſagt, daſs das Wehen von Weſten kam, führt auch an, daſs man im allgemeinen übereinkam, die Stöſse kämen von N. O., daſs aber auch einige ſie ſüdlich herkommend glaubten, und ihm ſelbſt der zweite Stoſs von Norden anzufangen ſchien. Eben ſo ſagt *D. Storer*, die Richtung habe ihm von Nordoſt nach Südweſt, andern grade entgegengeſetzt geſchienen, und ſo geht es mit den übrigen Berichten. So verſchieden indeſs auch hierüber die Meinungen derer ſind, die den Stoſs fühlten, ſo kömmt die gröſsere Zahl doch darin überein, daſs er aus einem nördlichen Strich nach einen ſüdlichen gegangen ſey, welches, wie wir jetzt ſehen werden, der Richtung, die man aus Beobachtungen der Zeit, zu welcher man die Stöſse in verſchiedenen Gegenden fühlte, völlig entgegen iſt.

Nach den Zeitungen der Grafſchaften bemerkte man zu *Briſtol* und in einigen Gegenden von Gloceſterſhire das Erdbeben einige Minuten vor 11; zu

Worceſter nach *D. Johnſtone* um 11, oder 5 Min. nachher, zu *Kenilworth* in Warwickſhire (nach Johnſon) 6 Min. nach 11. Zu *Aſhover* in Derbyſhire (Hr. Millneſs) ein Viertel nach 11. Zu *Wirksworth* in derſelben Grafſchaft (nach Bennet) 20 Min. nach 11, und zu Wollaton in Nottinghamſhire (nach Gregory) zwiſchen 20 und 25 Minuten nach 11 *). Der Unterſchied der Zeit zwiſchen Briſtol und Wollatone beträgt ungefähr $5\frac{1}{2}$ Minuten.

Nun muſs zwar für die Ungewiſsheit, welche mit Beobachtungen dieſer Art verbunden iſt, für die Abweichung der gewöhnlichen Uhren von der richtigen aſtronomiſchen Zeit, und ähnliche Umſtände, gar vieles von der Zuverläſſigkeit dieſer Beſtimmungen abgerechnet werden. Allein, bedenkt man, daſs dieſe Irrthümer ſich ſo gut gegen einander heben, als zuſammenfallen können, ſo muſs man zugeben, daſs die Erſchütterung beträchtlich ſpäter in N. O. als in S. W. gefühlt wurde, oder mit andern Worten, daſs ſie progreſſiv ungefähr von S. W. nach N. O. fortrückte.

Da man ſich auf die Genauigkeit des Hr. *Johnſon* zu Kenilworth verlaſſen kann, und Hr. *Gregory* zu Wollaton daſſelbe Vertrauen verdient,

*) Ich habe die in einen oder 2 von den vorhergehenden Briefen beſtimmte Zeit nicht erwähnet, weil es nicht mit der gehörigen Aufmerkſamkeit beobachtet zu ſeyn ſcheint.

erſterer aber das Erdbeben um 11 Uhr 6′, letzterer etwa um 11 Uhr 22′ beobachtete; und der Längen-Unterſchied beider Oerter 1½ Minuten beträgt, ſo giebt dies eine Zeit von 14½ Min. für das Fortſchreiten des Erdbebens vom erſten Ort zum letzten. Die Entfernung zwiſchen dieſen beiden Orten iſt ohngefähr 45 engl. Meilen, und die Lage von Wollaton N. N. O. von Kenilworth. Dieſe beiden Beobachtungen geben, wie es mir ſcheint, noch einen andern Beweisgrund, daſs der Erdſtoſs ſich progreſſiv nach einer Richtung bewegte. Denn, wäre er durch Eine nach allen Richtungen hinwirkende Centralkraft hervorgebracht worden, ſo müſste er da, wo er zuerſt gefühlt wurde, heftiger geweſen ſeyn; da hingegen unbezweifelt das Erdbeben in Nottinghamſhire ſtärker als in Warwickſhire war, ob es gleich hier früher wahrgenommen wurde.

Von den verſchiedenen Erdbeben, welche man in dieſem Jahrhundert in England gehabt hat, läſst ſich das jetzige am erſten mit dem vom 30. Sept. 1750., dem vom 14. Sept. 1777. und dem vom 25. Febr. 1792 vergleichen. Unſer Erdbeben war von einer gröſsern Ausdehnung, als eines dieſer; die Richtung, die man ihnen zuſchrieb, iſt aber faſt dieſelbe, die bey unſerm ſtattzufinden ſcheint. Dieſe Wiederkehr der Erderſchütterungen in dem einmal eingeſchlagnen Zuge hatte man ſchon lange in allen ihnen unterworfenen Gegen-

den

den bemerkt, und gilt mit vielem Grunde, als ein bündiger Beweis für die Meinung, dafs ihre Urfach in der Erde felbft liegt. Eben fo hat man wahrgenommen, dafs bey vielen Erdbeben, eben fo wie bey unferm, zur Zeit der Erfchütterung die Luft ruhig war, wie auch der Wind vorher beſchaffen feyn mochte. Dies ift in der That fo allgemein, dafs einige dadurch auf die Vermuthung gekommen find, der Wind hindere eine gewiffe Anhäufung in der Atmofphäre, die nach ihrer Theorie zur Hervorbringung eines Erdbebens nothwendig ift. Unglücklicherweife für diefe Theorie hat man indeffen mehrere Beyfpiele von Erdbeben während eines Windes.

Einige glaubten, dafs das letzte Erdbeben hohe Gegenden am heftigften betroffen habe; andere bemerken dagegen, dafs es in einigen niedrigern Gegenden eben fo ftark gewefen fey. Hieraus läfst fich alfo im Ganzen kein gegründeter Schlufs ziehen. Dafs die Gewäffer bey Nottingham nach Herrn Doct. *Storer's* Beobachtung keine merkliche Bewegung oder Erhebung erlitten haben, ift auffallend; wenn man befonders darauf Rückficht nimmt, dafs das Erdbeben vom 1ften Nov. 1755 in Liffabon eine ganz ungewöhnliche Bewegung der Gewäffer in verfchiedenen Theilen diefes Königreichs hervorbrachte, ohne doch in diefen Theilen eine merkbare Erderfchütterung zu bewirken. Einen ähnlichen Umftand erzählt in

deſſen Hr: *Bertrand* in Beziehung auf ein Erdbeben in einigen Gegenden der Schweiz vom 9ten Dec. 1755, welches nur wenigen Einfluſs auf die dafigen Seen hatte; da hingegen ein Erdbeben vom 1ten Nov. deſſelben Jahrs eine ſtarke Wirkung darauf äuſserte, ob man es gleich auf der Erde nur ſchwach fühlte.

Der Wind in dem Kohlenbergwerk zu *Aſhover*, war vermuthlich die Wirkung des von Herrn *Gregory* erwähnten Wehens (*blaſt*). Aehnliche Windſtöſse (*blaſts*) hat man bey andern Erdbeben bemerkt; das vom 14ten Sept. 1777 in England ſoll ein ſehr rauſchender Wind begleitet haben. Was die andern ungewöhnlichen Erſcheinungen in der Luft bey dieſem Erdbeben betrifft, ſo bemerke ich nur, daſs ähnliche, namentlich ſchwarze dichte Wolken, Lichtſchimmer in der Luft, auch bey andern ſtatt gefunden haben, daſs aber, im Ganzen genommen, wenige von ihnen mit ſo merkwürdigen Umſtänden dieſer Art, als unſeres, begleitet waren. In wie weit ſie mit dem Erdbeben zuſammenhängen, iſt unmöglich zu beſtimmen; auf jeden Fall waren ſie hier dem Beobachter ſo auffallend, daſs er leicht auf die Meinung kommen konnte, die Urſache des Erdbebens in der Atmoſphäre zu ſuchen. Hierbey muſs ich bemerken, daſs die, welche dieſes thun, die electriſche Materie als das Agens dabey anzuſehn pflegen. Dies iſt aber, wie ich glaube, zu weit gegangen. Wir wiſſen ſicher nicht genug von der Atmoſphäre, um zu einem ſolchen

Schluſs berechtigt zu ſeyn, und was wir von Electricität (ſowohl natürlicher als künſtlicher) wiſſen, leitet uns eher dahin, zu glauben, daſs das electriſche Fluidum nur dann furchtbar iſt, wenn es concentrirt oder in einem gewiſſen Raum angehäuft iſt, und mit einer unendlichen Schnelligkeit daraus hervordringt. Die Wirkungen deſſelben ſind daher beſchränkt, und nur momentan. Erdbeben hingegen haben mehr als einmal ihre Wirkungen über groſse Strecken der Erdkugel verbreitet, und ſie ſcheinen ſich (wenigſtens zuweilen) mit einem Grade von Langſamkeit fortbewegt zu haben, deſſen wir das elektriſche Fluidum nicht fähig halten können, ohne vorauszuſetzen, daſs es ſeiner zerſtörenden Kraft viel zu ſehr beraubt ſey, um die fürchterlichſten aller Naturerſcheinungen hervorzubringen.

Die Umſtände unſers Erdbebens können für die wichtige Frage, ob Erdbeben für Erd- oder Lufterſcheinungen zu halten ſind, keine entſcheidende Beſtimmungen geben; die Frage ſcheint mir in die gröſste Dunkelheit gehüllt zu ſeyn, nicht ſowohl aus Mangel an Entſcheidungsgründen, als vielmehr weil der Gründe für beide Meinungen ſo viele und ſo triftige ſind. Denn ſo wie man an der einen Seite manche Umſtände (vorzüglich ihre häufige Wiederkehr in derſelben Richtung in mehrere Theile der Welt) unmöglich wahrnehmen kann, ohne ſich geneigt zu fühlen, die Urſache in der Erde zu ſuchen; ſo ſcheint es auf der andern

Seite auch unmöglich alle die ungewöhnlichen atmosphärischen Erscheinungen, welche dieses und andre Erdbeben begleiteten, für völlig zufällig und unzusammenhängend mit der Erschütterung zu erklären. Es ist nicht meine Absicht, mich in eine genauere Untersuchung darüber einzulassen; der richtige Weg dabey scheint mir aber der zu seyn, dass man mit der Untersuchung anfinge, ob alle Bewegungen in der Erde, welche man unter dem Namen von Erdbeben begreift, wirklich eine und dieselbe Ursach haben, und ob nicht diese Ursach, will man sie in der Erde suchen, fähig sey, auf die Atmosphäre so zu wirken, dass sie jene Luft-Erscheinungen hervorbrächte, deren Erklärung wir so schwierig finden; — oder ob nicht, wenn man die Ursach der Erdbeben in der Atmosphäre sucht, gewisse Landstriche (aus noch unbekannten Gründen) eine eigenthümliche Disposition besitzen, jene Ursache in Bewegung zu setzen. Keine von allen bis jetzt über das Erdbeben aufgestellten Theorieen reicht hin diese Phänomene zu erklären, und jede biethet der Schwierigkeiten so viele dar, dass wir am besten thun, unsere Kenntnisse von Erdbeben nur aus einer gewissen Anzahl von Factis bestehend zu glauben, zu denen wahrscheinlich noch viele hinzukommen müssen, ehe wir uns dürfen im Stande dünken, die Ursache eines so furchtbaren Phänomens aufzufinden.

IV.

BEYTRÄGE

zur Lehre von der Wärme in phyſikaliſcher und ökonomiſcher Rückſicht

VOM

HERRN GRAFEN VON RUMFORD

in London.

(Fortſetzung Ann. III. 309.)

5) *Beſchreibung verbeſſerter Feuerſtätte, die vom Verfaſſer zu München im Groſsen angelegt und geprüft ſind* *).

Die verſchiedenen Verbeſſerungen, deren die Vorrichtungen zum Feuern und Kochen in Hinſicht der Holz-Erſparniſs empfänglich ſind, wird man am beſten aus der umſtändlichen Beſchreibung der verſchiedenen Veränderungen abnehmen, die ich mit den Küchen des Induſtriehauſes zu Mün-

*) Als eine Art von praktiſcher Wärmelehre, deren theoretiſcher Theil Band III. Heft 3. mitgetheilt iſt, voll ſcharfſinniger Anwendungen der dort aufgeſtellten Grundſätze, ſcheinen dieſer und die folgenden Abſchnitte beſonders intereſſant zu ſeyn. Auch ohne die hier beſchriebnen Feuerſtätte gradezu nachzuahmen, wird jeder ſich hieraus leicht nehmen, was ihm frommt, und dabey wahrnehmen, wie weit wir im Ganzen doch noch immer in der Holzſparkunſt hinter Graf Rumford zurück ſind. *d. H.*

chen, wo für 1000 bis 1500 Personen gekocht wird, und der Militair-Akademie treffen liefs.

Bey der ersten, zu Anfang des Jahrs 1790 vollendeten Einrichtung der *grofsen Küche des Industriehauses*, wurden 8 kupferne Töpfe, deren jeder 38 Englische Wein-Gallonen fafste, auf den in der Mitte der Küche von Ziegelsteinen erbauten Herd in zwey Reihen gestellt. Der Herd bildete eine feste Masse von 3 Fufs Höhe, 9 Fufs Breite, und 18 Fufs Länge, und an dem einen Ende desselben war eine einzige Feuerstätte befindlich. Von dieser gingen durch die feste Masse des Herdes Kanäle, die mit Klappen oder Dämpfern versehen waren, zu den verschiedenen Töpfen, und so wurde, wenn die eisernen Klappen der Kanäle geöffnet waren, durch ein einziges Feuer, die in den Töpfen enthaltene Masse leicht und in kurzer Zeit zum Kochen gebracht; obgleich kein Topf in wirklicher Berührung mit der Feuerstätte war, ja manche sogar gegen 15 Fufs davon entfernt standen.

Da jeder Topf seinen besondern Kanal und seine besondre Klappe hatte, so liefs sich jeder oder jede beliebige Anzahl derselben einzeln erwärmen, ohne dafs man zugleich die übrigen hätte erwärmen dürfen; und durch das mehrere oder geringere Oeffnen der Klappen konnte man ihnen jeden beliebigen und erforderlichen Grad von Wärme geben. Bedurfte keiner der Töpfe mehr

Feuerung; oder war das Feuer zu ſtark, ſo konnte man durch eine beſondre Klappe die ganze Wärme, oder einen Theil derſelben in einen groſsen Kanal leiten, aus welchem ſie, ohne einem Topfe zu nahe zu kommen, unmittelbar in den Rauchfang trat.

Das Feuer wurde durch ein in der Thüre des Aſchenlochs angebrachtes Regiſter regiert; um es ganz auszulöſchen, durfte man blos dieſes und alle Klappen der Kanäle verſchlieſsen. Die Feuerſtätte war eyförmig, 3 Fuſs lang, 2 Fuſs 3 Zoll breit, und ohngefähr 18 Zoll hoch, oberhalb mit einem doppelten concentriſchen Gewölbe verſehn, zwiſchen welchem 4 Zoll Luft blieb. Man brachte das Brennmaterial in die Feuerſtätte durch eine Oeffnung, die mit doppelten eiſernen Thüren verſehen war, und die man mittelſt dieſer immer verſchloſſen hielt. Das Brennmaterial brannte auf einem eiſernen Roſt, und die zur Unterhaltung des Feuers nöthige Luft ſtieg von unten durch das Aſchenloch herauf.

Um allen Verluſt der Wärme, während ihres Laufs von der Feuerſtätte zu den Töpfen, zu vermeiden, waren die Communications-Kanäle doppelte Röhren, eine innerhalb der andern. Der innere Kanal, durch den die Wärme ging, war von dünnen Ziegelſteinen oder vielmehr von Flieſen gemacht, innerlich 5 Zoll breit und 6 Zoll hoch, und ſtand ganz iſolirt in dem gröſseren Ka-

nale; so dass ihn an jeder Seite eine 2 Zoll dicke Schicht eingeschlossne Luft umgab. Der umgebende grössere Kanal war in der festen Ziegelmasse des Herdes selbst gearbeitet, und diese ganze Vorkehrung gänzlich verborgen. Die doppelten Kanäle und das doppelte Gewölbe der Feuerstätte hatten einen und denselben Endzweck, nemlich mittelst einer Umgebung von eingeschlossner Luft, die Wärme desto besser zusammenzuhalten, und ihre Entweichung in die Ziegelmasse und den daraus folgenden Verlust zu verhindern.

Eben so bediente ich mich der verschlossenen Luft, um die Wärme in den Töpfen festzuhalten und ihre Entweichung in die Atmosphäre zu verhindern, indem ich sie mit doppelten Deckeln bedeckte. Diese Deckel (Taf. I. Fig. 4. und 5.)*) waren hohle Kegel aus dünnem verzinnten Eisenblech, ein Drittel so hoch als weit, und die in ihnen enthaltene Luft war durch eine runde, am Boden des Kegels angebrachte Scheibe von verzinntem Eisenblech ganz eingeschlossen. Der Boden des Kegels passte genau auf den Topf, und vermittelst

*) Fig. 5. stellt diesen Deckel vor, wie er auf dem Gefässe steht. Damit man das Feuer sehen kann, ist ein Theil des Ganzen als herausgebrochen in der Zeichnung vorgestellt. Die Höhe dieses Deckels beträgt nach der Zeichnung die Hälfte seines Durchmessers; ich habe aber gefunden, dass ein Drittel dazu hinreichend ist. Gr. R.

eines 2 Zoll breiten Randes, der am Boden des Deckels angelöthet war, und in den Topf hineinging, wurde auch dieser vollkommen verschlossen. Eine Röhre, etwa ½ Zoll im Durchmesser, leitet die Dämpfe der kochenden Flüssigkeit hinaus. Diese Röhre ging durch den hohlen Deckel, und war oben und unten so fest an ihn gelöthet, dass weder die atmosphärische Luft, noch der Dampf, mit der im Deckel eingeschlossenen Luft in Berührung kam. — In einigen dieser Deckel füllte ich die Höhlung des Kegels mit Pelzwerk, doch fand ich nicht, dass sie die Wärme besser als die mit bloser Luft gefüllten zurückhielten.

Um die vielen Fremden, die diese Küche besahen, von der Nützlichkeit der doppelten Deckel zu überführen, liefs ich auf einige Töpfe einfache Deckel von derselben Art und Gestalt aufsetzen. Diese wurden bald so heifs, dass man sie, ohne sich zu verbrennen, nicht anrühren konnte, welches vom Entweichen der Wärme zeugt. Auf die doppelten Deckel konnte man hingegen die Hand, so lange man wollte, halten, ohne die geringste Unannehmlichkeit zu fühlen. Seit dieser Zeit ist der Gebrauch dieser Deckel, zu meiner Freude, nach und nach allgemeiner geworden.

Manche von den andern Einrichtungen in dieser Küche war zu zusammengesetzt, um eine allgemeine Einführung zuzulassen. So wurde, zum Beyspiel, der von den kochenden Flüssigkeiten

aufsteigende Dampf durch Röhren in einen grofsen Wafserbehälter geleitet, der in einer Stube über der Küche ftand, und durch welchen die Dampfröhren fich fpiralförmig durchwanden. Indem der in ihnen befindliche Dampf fich verdichtete, theilte er dem Waffer im Behälter feine Wärme mit, und diefes fo ohne neuen Aufwand von Brennmaterialien gewärmte Waffer wurde den nächften Tag zum Kochen gebraucht. Damit dies erwärmte Waffer fich während der Nacht nicht abkühlen konnte, ftand der Behälter in einem noch gröfseren Behälter, und der Zwifchenraum war mit Wolle ausgefüllt, und um das Abkühlen des Dampfes, während feines Durchgangs durch die blechernen Röhren, die ihn von den Töpfen zu dem Wafferbehälter leiteten, zu verhindern, waren auch diefe mit Schaaffellen, woran fich noch die Wolle befand, bekleidet. Durch diefe Einrichtung wurde die Wärme, welche mit dem Dampf aus den Töpfen ging, den andern Tag wieder in fie zurückgebracht, und von neuem in Wirkung gefetzt.

Eine andre Vorrichtung diente, den Rauch oder Feuerdampf, nachdem er unter den Töpfen weggegangen war, unter ein grofses kupfernes, mit kaltem Waffer angefülltes Gefäfs zu leiten, und fo auch ihn des gröfsten Theils feiner noch zurückbehaltnen Wärme zu berauben. Und da ich es für fehr vortheilhaft hielt, das Holz erft recht auszutrocknen, ja zu erwärmen, ehe es zum Brenn-

sen gebraucht wurde; so liess ich den Feuerdampf von zwey Töpfen unter eine eiserne Platte führen, die den Boden eines Backofens ausmachte, worin sich das für einen Tag nöthige, in kleine Scheitchen geschnittene Brennholz befand.

In einer *kleineren*, *dranstofsenden Küche*, die blos als ein Modell zur Nachahmung gebaut, und dem Publico zum Besehen immer offen war, standen fünf Töpfe von verschiedener Gröfse, die alle von ein und demselben Feuer geheizt wurden, in einem halbrunden Herde von Ziegelsteinen. Der unter ihnen hingegangene Feuerdampf erwärmte denn noch nach Gefallen entweder einen Ofen, oder einen hölzernen Behälter, der grade über dem Herde stand und mit Wasser angefüllt war. Die kupferne, äufserlich verzinnte und ungefähr 6 Zoll weite Röhre, die den Feuerdampf in den Behälter leitete, war mit dem Boden desselben vermittelst einer runden kupfernen daran gelöteten Platte verbunden, die eine runde Oeffnung des Bodens, von etwas gröfserem Umfang, als die Weite der Röhre, verschlofs, und an den Boden des Behälters angenagelt war, nachdem man, um die Verbindung wasserdicht zu machen, einen Pappdeckel dazwischen gelegt hatte. Die Röhre theilte sich, sobald sie in den Behälter trat, in drey kleinere Röhren, jede 4 Zoll im Durchmesser, welche ein paarmal durch den Behälter, und durch drey verschiedene Löcher, an dem obern Theil desselben, aus ihm heraus gingen, und sich dann in

einem Kanal, der zum Rauchfang führte, endigten. Die Theilung der Röhren geschah, um die Oberfläche zu vermehren, durch welche die Wärme des Feuerdampfs dem Wasser mitgetheilt wurde. Ein zweyter Wasserbehälter im obern Theile des Gebäudes war mit diesem untern mittelst einer bleyernen Röhre so verbunden, dass, wenn man aus dem untern Wasser herausliess, dieses sich sogleich durch eben so viel kaltes Wasser aus dem obern von selbst ersetzte, bis das Wasser im untern Behältor wieder seine gehörige Höhe erreicht hatte.

Dass in diesem hölzernen Behälter das Wasser zum Kochen gebracht wurde, erregte die Verwunderung aller, die diese Küche besahen. Ich habe mit Willen diese vortheilhafte Vorrichtung so weitläuftig beschrieben, damit man sie, oder irgend eine ähnliche, zu andern nützlichen Endzwecken gebrauchen möge. Denn warum sollte man die Pfannen, worin in grossen *Salzwerken* und *Brauereien* grosse Quantitäten Wassers gekocht oder abgedampft werden, nicht eben so gut von Holz verfertigen, und das Wasser darin, durch hineingeleitete horizontale Röhren von Kupfer oder Eisen kochen, und abdampfen können?

Zur Bereitung der Suppe, die aus der *grossen Küche des Industrie-Hauses* den Armen gereicht wurde, musste das Feuer beynah 5 Stunden brennen; die Suppe selbst musste 3 Stunden im Kochen erhalten werden. Zur Feuerung nahm man trock-

ses Büchenholz. Die Klafter deſſelben iſt 5′ 8″, 9 engl. Maafs lang, 5′ 8″, 9 hoch, und 3′ 4″$\frac{1}{2}$ tief, wiegt im Durchſchnitt ohngefähr 2200 Bayerſche Pfunde (2724 ℔. *Avoirdupois*) und koſtet gewöhnlich auf dem Markte 5$\frac{1}{4}$ Gulden.

Das zu der Suppe für 1000 Perſonen täglich verbrauchte Holz betrug ungefähr 300 ℔ Bayer. Gew., oder $\frac{1}{22}$ einer Klafter, und koſtete 43 Kreuzer. Auf die täglichen Feuerungskoſten des Kochens für eine Perſon kommt alſo $\frac{1}{23}$ eines Kreuzers. Sollten dieſe 1000 Armen, wenn man ſie in 200 Familien, jede von 5 Perſonen, vertheilt, dieſelbe Quantität Suppe mit derſelben täglichen Quantität Holz von 300 ℔ in ihren Privatküchen kochen; ſo käme auf jede Familie 1$\frac{1}{2}$ ℔ Holz zum täglichen Verbrauch; alſo müſsten ſie mit einer Klafter von 2200 ℔ 4 Jahre 6 Tage ausweichen können.

Nach den genaueſten Nachforſchungen aber braucht man bey der in den Privatküchen gewöhnlichen Art zu kochen, zu 5 ℔ guter Erbſen-Suppe 15 ℔ trocknes Büchenholz von der beſten Sorte. Statt dafs alſo eine Familie von 5 Perſonen zur Zubereitung ihrer Suppe mit einer Klafter 4 Jahre 6 Tage reichen ſollte, langt ſie damit kaum 6 Monate aus.

Hieraus erhellt, dafs der zur Zubereitung einer gleichen Quantität ein und deſſelben Nahrungsmittels erfoderliche tägliche Holzbedarf der

erſten Küche dieſes Induſtrie-Hauſes, ſich zu dem in den Privatküchen wie 1 zu 10 verhielt. Dieſer groſse Unterſchied iſt indeſs nicht ganz allein der Verſchiedenheit der beiden Feuerungsmethoden, ſondern auch dem Vortheil zuzuſchreiben, daſs je gröſsere Quantitäten von Lebensmitteln man auf einmal zubereitet, deſto kleiner die Quantität des Brennmaterials, die man dazu nöthig hat, und ſchon daher bey einer ins Groſse getriebenen Kocherey die Erſparniſs des Brennmaterials ſehr beträchtlich ſeyn kann.

In der *Küche der Militär-Academie* hatte jedes Kochgefäſs ſeine beſondre Feuerſtätte. Die Deckel waren zwar ebenfalls doppelt, aber der aufſteigende Dampf wurde nicht aufgefangen; weil, wie man in der Küche des Induſtriehauſes bemerkt hatte, der Dampf, und die in ihm enthaltene Wärme ſehr unbeträchtlich ſind, wofern nur das Feuer gehörig regiert, und nicht heftiger wird, als es nöthig iſt, um die Flüſſigkeit ſanft im Kochen zu erhalten. Uebrigens war jede Feuerſtätte mit einem eiſernen Roſte und zwey eiſernen Thüren verſehen, wovon eine den Zugang zum Feuer, die andre das Aſchenloch verſchloſs.

Da ich nachher fand, daſs die erſtere, wodurch man das Holz hineinlegt, ſehr heiſs wurde, und alſo einen beträchtlichen Verluſt an Wärme verurſachte; ſo lieſs ich ſie wegnehmen, und um die Unkoſten doppelter Thüren zu ſparen, an ihrer

Stelle einen hohlen Cylinder, oder vielmehr einen abgekürzten, hohlen Kegel, von gebranntem Thon anbringen. Dieſer Kegel war 4 Zoll lang; der innere Durchmeſſer ſeiner Grundfläche betrug 6, des obern Endes 5½ Zoll, die äuſsern 8 und 7½ Zoll. Durch dieſen hohlen Kegel, der in die zur Feuerſtätte führende Oeffnung ſo hineingeſetzt, und durch Mörtel in der Maſſe des Herds befeſtigt wurde, daſs ſeine Achſe ſich in horizontaler Lage und ſeine weitere Grundfläche nach auſsen zu befand, brachte man das Holz in die Feuerſtätte. Dieſe Oeffnung wurde mit einem paſſenden Stöpſel von Thon oder irdner Waare verſtopft. Da Thon ein ſchlechter Wärmeleiter iſt, ſo verminderte ſich dadurch der Verluſt an Wärme beträchtlich. Um dieſe Einrichtung mehr zu vereinfachen, wurde darauf ſtatt des hohlen Kegels eine Thon-Platte, 10 Zoll ins Gevierte und 2½ Zoll dick, angebracht, mit einer koniſchen Oeffnung in ihrem Mittelpuncte, deren äuſserer Durchmeſſer 6 und der innere 5½ Zoll betrug, und die durch einen paſſenden irdenen Stöpſel verſchloſſen werden konnte. (Taf. I. Fig. 6, 7, 8.) Solch eine irdne Platte iſt dem hohlen Cylinder vorzuziehn, weil ſie wohlfeiler und ſtärker, alſo dauerhafter iſt, und wegen ihrer Form leichter und beſſer an der Maſſe des Herdes befeſtigt werden kann. Ich lieſs auch einige ſolche Platten und Stöpſel von Sandſtein verfertigen; ſie kamen aber viel theurer, als die von gebrannter Thonerde zu ſtehn, und haben keine Vorzüge vor dieſen. Damit der Stöpſel genau in die Oeffnung

paſſe, (welches, wie man nachher ſehn wird, ſehr nöthig iſt) muſs er vermittelſt naſſen Sandes in dieſelbe eingerieben werden.

Um über die Luft, die durch das Aſchenloch in die Feuerſtäte dringt, völlig Herr zu ſeyn, und mehr oder weniger von ihr hineinlaſſen, oder ſie ganz ausſchlieſsen zu können, trug ich Sorge, daſs die Thüre deſſelben genau an ihre Einfaſſung paſsſe, und um der Luft einen Durchweg zu geben, lieſs ich ſie in ihrer Mitte mit einer halbrunden Oeffnung verſehn, die mit einem Regiſter verſchloſſen werden konnte *). Dieſe Vorkehrung iſt bey allen wohl eingerichteten, ſowohl groſsen als kleinen Feuerſtäten, unumgänglich nöthig.

---

6) *Verſuche über Kochgefäſse und Feuerſtäte in den vorhin beſchriebnen Küchen zu München.*

Da ich vorher ſah, daſs ich bey meinen Unterſuchungen über die Wärme viele Verſuche mit kochenden Flüſſigkeiten würde machen müſſen; ſo ſetzte ich mir vorher Tabellen auf, die ich drucken lieſs, und unter deren Rubriken ich ſogleich jeden dabei vorkommenden Umſtand bemerken konnte:

Folgendes iſt ein Muſter einer ſolchen Tabelle, worin die Reſultate eines Verſuchs verzeichnet ſind.

Ein

*) Siehe Ann. d. Phyſik III. 314.

Ein Verſuch über die Regierung des Feuers im Proceſs des Kochens; gemacht zu München in einem kurf. Brauhauſe, den 15ten April 1795.

Tages-Zeit		Angelegtes Holz: Anzahl d. Scheite	Quantität dem Gewichte nach	Temperatur der Flüſſigk.	Die im Keſſel enthaltene Flüſſigkeit: Art	Maſs	Gewicht
9 St.	15	29	100 ℔	60°	(Waſſer)	6984	12508 ℔
—	30	6	50	70°			
—	41	6	50	—			
10	5	7	50	92°			
—	25	7	50	105°			
—	46	7	50	120°			
11	0	7	50	130°			
—	15	7	50	—			
—	26	8	50	145°			
—	43	7	50	155°			
—	50	7	50	163°			
2	5	8	50	173°			
—	17	7	50	183°			
—	31	15	100	192°			
—	55	—	—	(kochte)			
1	38	7	50	—			
2	3	7	50	—			
3	38	—	—	(hörte zu kochen auf)			

Höhe des Barometers, $26\frac{5}{12}$ Zoll, des Thermometers 58°

Gröſse des Keſſels.

Durchneſſer { oberer — oder Länge 10 Fuſs
unterer — Breite 8 Fuſs
Tiefe 4 Fuſs. — beſtehend aus (Kupfer), und wog (nicht bekannt); faſste 8176 Maſs Waſſer, wiegend 14643 ℔.

Art des gebrauchten Brennmaterials.

(mäſsig getrocknetes Fichtenholz zu 6 Fuſs langen Stücken.)

Reſultate des Verſuchs.

Zeit, bis die Flüſſigkeit kochte, — [3 St. 40']
Das bis dahin verbrauchte Brennmaterial, [800] ℔
Zeit
Das des fortgeſetzten Kochens, — 2 St. 43'
dazu nachgelegte Holz — — 100 ℔
Quantität deſſen, was von der Flüſſigkeit verdampfte, (nicht beachtet)

Genaueſtes Reſultat.

Die aus 1 ℔ des Brennmaterials erzeugte Wärme brachte von eiskaltem Waſſer zum Kochen [13,23 ℔] oder erhielt von kochendheiſsem Waſſer eine Stunde lang im Kochen [339,80 ℔]

Die Zahlen und Wörter, die in Klammern eingeschlossen sind, wurden hineingeschrieben, das übrige ist in die Tabelle gedruckt.

Die Höhe des *Barometers* ist hier nach Pariser Zoll, der Thermometerstand nach der Fahrenheitschen Scale, und alles übrige nach Bayrischem Maafs und Gewichte bestimmt, wovon 100 ℔ gleich sind 123,84 ℔ *Avoirdupois*. Zur bessern Verständigung dessen, was ich unter der Rubrik, Genaueftes Resultat, verstehe, diene folgendes:

Da ich oft die Resultate der Versuche vergleichen mufste, die zu verschiedenen Tages- und Jahreszeiten waren angestellt worden, wo die Temperatur des Wassers beym Einfüllen ungleich war, und der Grad der Wärme, der zum kochen erforderlich ist, sich überdem nach der Verschiedenheit des Drucks der Atmosphäre, oder des Barometerstands, richtet; so war es nöthig, diese Unterschiede in Anschlag zu bringen. Deshalb berechnete ich aus der Anzahl der Grade, die das Wasser wirklich erwärmt war, und aus der dazu gebrauchten Quantität des Brennmaterials, wie viel von dem Brennmaterial nöthig gewesen wäre, es um 180°, oder vom Gefrierpunkt bis zum Siedepunkt zu erwärmen, (den Siedepunkt unter dem mittlern Druck der Atmosphäre auf der Meeresfläche, bey 212° nach Fahrenheits Thermometer gesetzt,) und daraus liefs sich leicht die Quantität des eiskalten Wassers, die 1 ℔ des Brennmaterials bey dem mittlern Druck der Atmosphäre zum kochen gebracht hätte, berechnen.

München, wo alle dieſe Verſuche angeſtellt ſind, liegt ſehr hoch, und die mittlere Barometerhöhe iſt ungefähr nur 28 Engliſche Zoll. Folglich kocht hier das Waſſer bey einer niedrigern Temperatur, als zu London. Der Unterſchied beträgt $2\frac{1}{2}$° F.; indem es in München gewöhnlich bey $209\frac{1}{2}$° kocht, ſtatt daſs es in allen Oertern, die in gleicher Höhe mit der Seefläche liegen, erſt bis 212° kocht.

Unter der Rubrik, *genaueſtes Reſultat*, ſteht noch zuweilen eine andre Berechnung, nemlich wie viel kochendheiſses Waſſer mit 1 ℔ des Brennmaterials während einer Stunde hätte im Kochen erhalten werden können. Ob ich gleich dieſes ein genaues Reſultat genannt habe, ſo iſt es doch klar, daſs es in den meiſten Fällen nicht als ganz genau kann angeſehn werden, da es zu ſchwierig iſt, die in der Feuerſtäte befindliche Quantität des Brennmaterials zu ſchätzen, die in dem Augenblick, da das Waſſer zu kochen anfängt, noch unverzehrt iſt. Bey dem in der Tabelle angeführten Verſuche nahm ich an, daſs das in der Feuerſtäte befindliche noch unverzehrte Holz das zu kochen beginnende Waſſer noch 43 Minuten im Kochen hätte erhalten können. (?) Bey den nachfolgenden Verſuchen hab ich das in der Feuerſtäte befindliche Holz, als das Waſſer zu kochen anfing, immer für ganz verzehrt angenommen, und blos die nach-

her nachgelegte Quantität des Holzes in Anfchlag gebracht.

Die folgenden Verfuche find nur ein geringer Theil von denen, die ich während der letzten 7 Jahre über die Wärme theils felbft anftellte, theils unter meiner Direction anftellen liefs. Wollte ich fie alle im Detail bekannt machen, wie fie in dem darüber geführten Protokoll aufgezeichnet find, fo würden fie mehrere Bände füllen. Es war ein Glück für mich, dafs diefes Protokoll fo bänderreich ift. Sonft würde ich es wahrfcheinlich mit mir nach England gebracht, und es hier mit meinen übrigen Papieren verlohren haben, die mir bey meiner Rückkunft nach einer eilfjährigen Abwefenheit auf dem St. Paulskirchhofe entwendet wurden.

Verfuch 5. *u.* 6. Bey der erften, umftändlich befchriebnen Einrichtung der *grofsen Küche des Induftriehaufes* zu München, brauchte man, wie wir gefehn haben (S. 86), um für 1000 Menfchen Erbfenfuppe zu kochen, 300 ℔ trocknes Büchenholz, und es kam alfo auf jede Portion, die 1 ℔ wog, 0,3 ℔ Holz.

Die Küche bekam nachher eine ganz andre Einrichtung. Statt der kupfernen Keffel wurden eiferne in Geftalt einer Halbkugel genommen, und jeder erhielt feine eigne, abgefonderte und verfchloffene Feuerftelle, in der er vermittelft feines

Randes ſchwebend hing, ſo daſs die Flamme rund umher ſpielen konnte. Der Rauch ſtieg in den Schornſtein durch einen horizontalen, 5 Zoll breiten und eben ſo hohen Kanal, der ſich im Mauerwerk des Herdes befand, und in die Feuerſtätte an der entgegengeſetzten Seite ſich öffnete, als wo die Oeffnung zum Hereinlegen des Holzes angebracht war. Das Feuer brannte auf einem flachen eiſernen Roſte, der grade unter dem Boden des Gefäſses in einer Entfernung von ohngefähr 12 Zoll befeſtigt war. Die Aſchenloch-Thüre hatte ein Regiſter; aber der Rauchkanal keine Klappe, welches ein groſser Fehler war. Den Zugang zur Feuerſtätte verſchloſs eine eiſerne Thüre. Jedes eiſerne Gefäſs wog ungefähr 148 ℔, *Avoirdupois* Gewicht; hatte 25¾ engliſche Zoll im Durchmeſſer, 14,935 in der Tiefe, und enthielt 190½ ℔ Waſſer, nach Bayerſchem Gewicht; welches nach *Avoirdupois* Gew. 235, 91 ℔, oder ungefähr 28¼ Engliſche Wein-Gallonen beträgt.

Um an einem dieſer Gefäſse 89 Portionen (oder 89 ℔ Bayerſch G.) Erbſenſuppe zuzubereiten, brauchte man 43 ℔ trocknes Büchenholz; und die dazu nöthige Zeit war 4½ Stunde. Auf jedes ℔ Suppe kam alſo 0,483 ℔ Holz. Bey der erſten Einrichtung der Küche brauchte man zu 1 ℔ Suppe nur 0,3 ℔ Holz; alſo war in Rückſicht der Oekonomie des Brennmaterials die Küche durch dieſe Abänderung nicht verbeſſert worden. Das war indeſs auch nicht meine Abſicht, denn

ich traf diese Abänderungen blos, um die Holz-Verschwendung, bey den gewöhnlichen ins Grosse getriebnen Koch-Processen, genauer bestimmen zu können.

Folgender Versuch wurde angestellt, um zu entdecken, *in wie weit die nöthige Quantität des Brennmaterials von der Gestalt der Feuerstätte abhängt.*

Versuch 7 u. 8. Ich wählte dazu zwey von den eisernen Kochkesseln aus der Küche des Industriehauses, die sich in aller Rücksicht gleich waren, nahm einen aus dem Mauerwerke heraus, und veränderte seine Feuerstelle nach verbesserten Grundsätzen. Ich liess nemlich einen runden, ausgehöhlten Rost 12 Zoll im Durchmesser einsetzen, und die Feuerstätte oberhalb des Rostes cylindrisch und ebenfalls nur 12 Zoll im Durchmesser bilden. Oben auf diese cylindrische Feuerstätte wurde das Kochgefäss gestellt. Die Flamme ging durch eine kleine Oeffnung, die an der einen Seite der Feuerstätte, gegen das obre Ende zu, angebracht war, heraus, machte einen vollkommnen Umlauf um das Kochgefäss, und ging dann in den Kanal, der den Rauch zum Schornstein führte. Der Rauchkanal hatte zwar keine Klappe, aber die Oeffnung, wodurch er mit dem Raume, worin das Kochgefäss sich befand, in Verbindung stand, war ziemlich eng, so dass diese Einrichtung einigermasen die Stelle einer Klappe vertrat. Bey dieser Einrichtung wurden nur 14 ℔ trocknes Fichtenholz gebraucht, um

in ein und demſelben Keſſel, wie vorhin, 89 ℔ Erbſenſuppe zuzubereiten, da bey der erſten Art der Feuerſtätte 37 ℔ deſſelben Holzes dazu verbraucht waren.

Verſuch 9. *u.* 10. Derſelbe Verſuch wurde mit Fichtenholz wiederholt, das man zuvor nicht getrocknet hatte. In der alten Feuerſtätte brauchte ich davon 39 ℔, in der verbeſſerten 16 ℔.

Vergleicht man dieſe Verſuche mit dem ſechsten, ſo erhellet *erſtlich*; daſs *Fichtenholz* mehr Wärme giebt, als *büchenes*. Dies Reſultat iſt um deſto wichtiger, da es ganz gegen die herrſchende Meinung iſt, und da in den meiſten Gegenden das Fichtenholz nur halb ſo viel als büchenes koſtet, wenn die Quantitäten dem Gewichte nach gleich ſind. Dieſe Thatſache habe ich in unzähligen Verſuchen bewährt gefunden.

Zweytens ſieht man aus dieſen Verſuchen, wie ſehr die Einrichtung der Feuerſtätte auf die Vermehrung der Wärme, oder was eins iſt, auf die Erſparung des Holzes Einfluſs hat. Es iſt daher kein geringer Vortheil, den meine neuen Feuerſtätte darbieten, daſs dadurch die Vorzüglichkeit der gemeinſten und wohlfeilſten Holzart ſo viel als möglich noch vermehrt wird.

Endlich iſt aus dieſen Verſuchen auch klar, daſs es vortheilhafter iſt, *ganz trocknes*, in einem Ofen vorher gedörrtes Holz, und nicht ſo, wie

man es gewöhnlich erhält, zu brennen. Doch läfst sich das Verhältnifs des Vortheils nicht genau aus diesem Versuche folgern; sonst hätte ich das trockne Holz, ehr es im Ofen gedörrt wurde, wiegen müssen, und nicht nachher, wie ich es gethan habe.

Um noch genauer zu erfahren, wie viel Einfluss die Gestalt der Feuerstätte auf die Holzersparung hat, nahm ich von Zeit zu Zeit Verbesserungen mit den Küchen vor, und bemerkte sorgfältig den Gewinn, den jede Veränderung darbot.

Nach der ersten Einrichtung der *Küche der Militärakademie* (S. 90), wurden die Kochgefäfse mittelst ihrer Ränder in das Mauerwerk des Herdes schwebend aufgehangen, so dafs die Flamme frey um sie herum spielen konnte. Der Rauch ging durch einen horizontalen Kanal ohne Klappe fort. Das Feuer brannte auf einem flachen und viereckigen eisernen Roste, und der innre Durchmesser der Feuerstätte war um 2 oder 3 Zoll gröfser, als der des darin befindlichen Kochgefäfses. Jenachdem des Kochgefäfs gröfser war, hing der Boden 6 bis 12 Zoll über der Fläche des Rostes, und die Thüre, durch die man das Holz in die Feuerstätte legte, wurde beständig verschlossen gehalten. Die Thüre des Aschenlochs hatte ein Register und jedes Kochgefäfs einen doppelten Deckel.

Nachdem ich über die Zeit des Kochens und die dazu nöthige Quantität des Brennmaterials

bey dieſer Einrichtung genaue Verſuche angeſtellt hatte, lieſs ich die Küche nach beſſern Grundſätzen umbauen. Das Feuer brannte nun auf einem runden, ausgehöhlten, eiſernen Roſte, deſſen Durchmeſſer ungefähr halb ſo groſs, als der des Kochgefäſses war. Die Feuerſtätte darunter war eine cylindriſche Höhlung von demſelben Durchmeſſer im feſten Mauerwerke 6 bis 10 Zoll tief nach der Gröſse des Kochgefäſses. An einer Seite hatte ſie oben eine kleine Oeffnung von 4 bis 5 Zoll horizontaler Länge, und 2 oder 3 Zoll Höhe, aus welcher die Flamme, die unter der Mitte des Kochgefäſses brannte, heraus ſchlug, dann in einem ſpiralförmigen Kanale unter dem über der cylindriſchen Höhlung hervorragenden Theile vom Boden des Kochgefäſses fortlief, und nachdem ſie das Gefäſs rings umlaufen hatte, in einem horizontalen Kanale, der mit einer Klappe verſehen war, in den Schornſtein trat.

Die Wand der Feuerſtätte war gegen oben zu nur ungefähr $\frac{1}{2}$ Zoll dick, damit ſie vom Boden des darüber ſtehenden Kochgefäſses nur den möglichſt kleinſten Theil bedeckte.

Die Oeffnung, wodurch das Holz in die Feuerſtätte kam, war ein kegelförmiges Loch in einem eingeſetzten Feuerſtein, welches ein genau paſſender Stöpſel von demſelben Steine verſchloſs. Die Aſchenlochthüre und das Regiſter derſelben paſsten mit ſolcher Genauigkeit, daſs, wenn man ſie verſchloſs, das Feuer augenblicklich verloſch.

Das Kochgefäſs, das zu den folgenden Verſuchen diente, hatte oben 14,935, unten 13,39 engl.

Zoll im Durchmeſſer, und eine Tiefe von 14,52 Zoll, wog 37 ℔ Av. d. p., und hielt, ganz voll gefüllt, ungefähr 73 ℔ Waſſer, oder 8½ Gallonen (Wein-Maaſs).

Die Reſultate zweier Verſuche, die ich ſelbſt mit der gröſsten Aufmerkſamkeit auf alle Umſtände anſtellte, um ſie ſo genau als möglich zu haben, waren folgende:

	Verſ. 11 *Erſte Feuerſtätte*	*Verſ.* 12 *Verbeſſerte Feuerſtätte*
Quantität des eingefüllten Waſſers	43,63 *B.* ℔	43,63 *Bay.* ℔
Temperatur des hineingethanen Waſſers	59° *F.*	60° *F.*
Zeit, bis das Waſſer zu kochen anfing	67 *Min.*	30 *Min.*
Das bis dahin verzehrte Holz	9 *B.* ℔	3 *Bay.* ℔
Zeit des fortgeſetzten Kochens	2 *St.* 2 *Min.*	3 *St.*
Das hierbey nachgelegte Fichtenholz	5 ℔	2½ ℔
Genaueſte Reſultate:		
1 ℔ *Holz brachte von eiskaltem Waſſer zu* 180° *oder zum Kochen*	4,02 ℔	11,93 ℔
1 ℔ *Holz unterhielt in* 1 *St. von ſolchem Waſſer im Kochen*	17,74 ℔	52,36 ℔

Darauf wurden zwey kupferne Kochgefäſse genommen, deren jedes 62 ℔ Avd. wog, von folgender Gröſse:

		Erſtes Kochgefäſs	*Zweites Kochgef.*
		Zoll	*Zoll*
Durchmeſſer	*oberer*	22,66	22,66
	unterer	19,82	20,85
Tiefe		24,72	22,04

Jedes enthielt genau 95 Bayerſche Maaſse Waſſer, 187 Bay. ℔ (232,58 ℔ Avdp.) ſchwer, oder

etwas weniger als 28 engl. Gallonen, und hatten doppelte Deckel. Die Roste, auf denen das Feuer unter den beiden Gefäßen brannte, waren rund, ausgehöhlt, und jeder 11 Zoll im Durchmesser; ihre Feuerstätte war in jeder Rücksicht gleich; so eingerichtet, wie die bey Versuch 11.

Versuche mit dem ersten dieser beiden Gefäße:

	13 *Vers.*	14 *Vers.*	15 *Vers.*	16 *Vers.*
Menge d. hineingethanen Wassers	187 ℔	187 ℔	187 ℔	187 *Bay.* ℔
Anfängliche Temperatur des Wassers	61°	59°	64°	55½°
Zeit, bis d. Wasser zu kochen anfing	78 *Min.*	61 *Min.*	61 *Min.*	62 *Min.*
Das bis dahin verbrauchte Holz	12 ℔	11 ℔	9 ℔	8 ℔
Zeit des fortgesetzten Kochens	17 *Min.*	28 *Min.*	6 *Min.*	2 *St.* 19 *Min.*
Das dazu noch angelegte Holz				4 ℔
Arten des Holzes	*Büchen*	*Büchen*	*Fichten*	*Fichten*
Genauestes Resultat.				
Die durch das Verbrennen v. 1 ℔ Holz erzeugte Wärme brachte von eiskaltem Wasser zum Kochen	12,89 ℔	14,15 ℔	16,89 ℔	20 ℔
Die Wärme, von 1 ℔ Holz hielt v. kochendem Wasser eine Stunde im Kochen	—	—	—	108,40 ℔

Verſuche mit dem zweiten Kochgefäſſe.

	17 *Verſ.*	18 *Verſ.*	19 *Verſ.*	20 *Verſ.*	21 *Verſ.*
Quantität des anfänglich eingefüllten Waſſers	187 ℔	187 ℔	187 ℔	187 ℔	187 *Bay.* ℔
Temperatur des Waſſers beym Einfüllen	61°	58°	60°	55°	212°
Zeit, bis das Waſſer zu kochen anfing	75 *Min.*	55 *Min*	57 *Min.*	60 *Min.*	—
Das bis dahin verbrauchte Holz	11 ℔	11 ℔	9 ℔	8 ℔	—
Zeit des fortgeſetzten Kochens	21 *Min.*	17 *Min.*	8 *Min.*	2 *St.* 29 *Min.*	1 *St.* 10 *Min.*
Das dabey zugelegte Holz	1 ℔	—	—	3½ ℔	1½ ℔
Arten des gebrauchten Holzes	*Büchen*	*Büchen*	*Fichten*	*Fichten*	*Büchen*
Genaueſte Reſultate:					
Mit 1 ℔ Holz von eiskaltem Waſſer zum Kochen gebracht	13,92 ℔	14,33 ℔	17,59 ℔	20,10 ℔	—
Mit 1 ℔ Holz von kochendheiſſem Waſſer 1 St. im Kochen erhalten	—	—	—	134,68 ℔	145,44 ℔

Dieſe Verſuche und die vorigen wurden alle den 15ten Oct. 1794 *in der angeführten Ordnung* gemacht. Die Erſparniß des Brenn-

materials, beym 20ſten Verſuche, iſt die gröſste, die ich je beym Erwärmen des Waſſers bis zum Kochen erlangt habe.

In den folgenden Verſuchen, die ich mit einem gröſseren kupfernen Kochgefäſse anſtellte, das nach meinen beſten Einſichten verfertigt war, war die Erſparung des Brennmaterials beynah dieſelbe. Dieſes Kochgefäſs iſt rund und hat oben 42½, unten 42,17 Zoll im Durchmeſſer, und eine Tiefe von 18,54 Engliſchen Zollen. Es wiegt 78½ ℔ Avd. und hält, ganz vollgefüllt, 714 ℔ Bayerſch. Gew. (884 ℔ Avd, oder 106 Gallonen) Waſſer, in der Temperatur von 55°.

Oberwärts iſt es mit einer hölzernen ungefähr 2 Zoll dicken Einfaſſung umgeben, in die es genau einpaſst, und in welche, in einem ungefähr ¼ Zoll tiefen Einſchnitte, ein runder, flacher, hölzerner Deckel eingefalzt iſt. Dieſer Deckel beſteht aus drei Stücken, die vermittelſt eiſerner Charniere zuſammenhängen; eins derſelben iſt mit Haken an das Kochgefäſs befeſtigt, die andern können gelegentlich darauf zurückgeſchlagen werden. Aus dem am Gefäſse befeſtigten Deckelſtücke ſteigt eine zinnerne, 2 Zoll weite, mit einer Klappe verſehene Röhre hervor, durch die der Dampf in eine enge hölzerne Röhre, und daraus, durch eine Oeffnung im Dach, ins Freie geleitet wird. Dieſer hölzerne Deckel des Kochgefäſses wird gelegentlich mit einem runden Stück Tuch überworfen, das ganz in ſtarke Leinewand

eingeschlagen ist, um die Wärme noch besser zurück zu halten.

Obgleich der untre Durchmesser dieses Gefäßes über 40 Zoll hat, so beträgt doch der Durchmesser seiner Feuerstelle, die grade unter dem Mittelpunct ist, nicht mehr als 11 Zoll; da aber die Flamme vermittelst eines spiralförmigen Kanals zweimal vollkommen unter dem Boden, und einmal rund um die Seiten des Gefäßes fortläuft, so ist die zur Heizung desselben erforderliche Zeit nicht so groß, als man nach der Kleinheit der Feuerstelle vermuthen möchte. Man bediente sich bey den folgenden Versuchen mäßig gedörrten Fichtenholzes, in 6 Zoll langen, und 1 bis 2 Zoll dicken Scheitchen.

Versuche damit.	22 Vers.	23 Vers.	24 Vers.	25 Vers.	26 Vers.
Quantität des eingefüllten Wassers	508 ℔	127 ℔	254 ℔	508 ℔	508 Bay. ℔
Temperatur des Wassers beym Einfüllen	48°	48°	96°	48°	48°
Zeit, bis das Wasser zu kochen anfing	2 St. 4 Min.	51 Min.	1 St. 15 Min.	2 St. 35 Min.	3 St. 1 Min.
Das bis dahin verbrauchte Holz	24¼ ℔	8¼ ℔	12¾ ℔	25 ℔	24 ℔
Zeit des sorgesetzten Kochens	3 St.	—	—	3 St.	—
Das hierzu verbrauchte Holz	6½ ℔	—	—	4½ ℔	—
Genauste Resultate:					
1 ℔ Holz brachte also von eiskaltem Wasser zum Kochen	18,87 ℔	12,74 ℔	12,69 ℔	17,48 ℔	19,01 ℔
1 ℔ Holz erhielt vom kochendheissen Wasser 1 Stunde im Kochen	236,61 ℔	—	—	338,66 ℔	—

Ich enthalte mich aller Bemerkungen über diese Versuche, ungeachtet sie auf interessante Folgerungen führen, und wende mich dafür zu einer andern Reihe von Versuchen, *mit Braukesseln*, welche noch mehr ins Grosse gingen, und zur *Beschreibung von Mustern für Feuerungsanstalten verschiedner Art*.

VI.

GESETZE

für die Stärke der Schallfortpflanzung durch feste und flüssige Stoffe

von

L. A. v. Arnim,

(Nachschrift zu Perolle's Abhandlung Ann. d. Ph. III. 167. f.)

Nachdem ich in einem Aufsatze über den Unterschied zwischen Schall, Ton und Klang bewiesen hatte, dass die Fortpflanzung des Schalls durch einen festen Körper nur in so fern erfolge, als dieser selbst in eine schallende elastische Schwingung gesetzt werde*), dass ferner Elasticität und elastische Schwingung nur durch Cohärenz (Elasticität sowohl wie Cohärenz in dem dort bestimmten Sinne) möglich sey**); so liess sich allgemein daraus folgern, dass auch die Stärke der Schallfortpflanzung durch verschiedenartige Körper, mit ihrer Cohärenz im Verhältniss stehen müsse. Aus Mangel an Versuchen wagte ich damals nicht weiter zu gehen. Perolle's Versuche haben diesem Mangel abgeholfen, und ich darf ihnen um so eher trauen, da er bey der Anstellung derselben keinen vorgefassten Gesichtspunct gehabt zu haben scheint, auch keine Folgerungen daraus gemacht hat.

Dieses Gesetz: *Dass die Stärke der Schallfortpflanzung durch verschiedenartige homogene, feste Stoffe in dem Verhältnisse ihrer Cohärenzen steht*, lässt sich am sichersten an so homogenen Stoffen, wie die Metalle prüfen.

Folge

*) *Versuch einer Theorie der elektrischen Erscheinungen. Halle 99. S. 146.*

**) *Das. S. 81.*

*Folge nach der Cohärenz, nach Sickingen's *) und Muſſchenbroeks **) Verſuchen*		*Folge nach der Stärke der Schallfortpflanzung nach Perolle's Vrſ. (A. d. Ph. III. 170.)*
Sickingen	*Eiſen*	*Eiſen*
—	*Kupfer*	*Kupfer*
—	*Silber*	*Silber*
—	*Gold*	*Gold*
Muſſchenbrock	*Zinn*	*Zinn*
—	*Bley*	*Bley*

Hier ſtimmt die Erfahrung mit der Theorie vollkommen überein; ein Erfolg, der nicht wenig Zutrauen zur weiteren Ausdehnung derſelben einflöſsen muſs. Zwar kann jenes Geſetz eigentlich auf *Holzarten* nicht ausgedehnt werden, da dieſe keine homogene Stoffe ſind; doch findet man auch eine Beſtätigung an dem Fichten- und Tannenholze, welches in ſeiner ganzen Structur ſehr mit einander übereinſtimmt. Jenes wurde Muſſchenbroeks Verſuchen zufolge durch 550 ℔, dieſes erſt durch 600 ℔ getrennt, und welche Vorzüge hat dieſes nicht vor jenem zu Reſonanzböden.

Eben ſo ſchön ſtimmt die Folge der *Schnüre* verſchiedener Art mit dem Geſetze überein. Perolle giebt ihnen folgende Ordnung in der Schalleitung: Darmſaite, Haar, Seide, Hanf, Wolle, Baumwolle. (A. III. 170.) Zwar haben wir keine genaue vergleichende Verſuche in Rückſicht ihrer Cohärenz, aber die tägliche Erfahrung hat uns darüber hinlänglich belehrt, und ich glaube nicht, daſs dieſe, auſser bey der Wolle und Baumwolle, die ihre Stellen vertauſchen müſſen, etwas dagegen zu erinnern hätte.

So verſchieden die Schallfortpflanzung durch flüſſige und feſte Körper iſt, da dieſe in eine elaſtiſche Schwingung geſetzt werden, jene hingegen eine

*) *Verſuche über die Platina. Mannheim* 1782. *Annalen der Phyſik I B.* S. 371.

**) *Introd. ad phil. nat. T. I. p.* 417.

Bewegung empfangen und fortpflanzen*), (die aber nur bis zu einer gewiſſen Weite annehmbar iſt,) eben ſo verſchieden wird auch das Geſetz für die Stärke des Schalles in den *flüſſigen Körpern* ſeyn. Da die Gröſse der Bewegung im Allgemeinen, und ſo auch hier der Bewegung der Flüſſigkeit, dem Producte aus der Maſſe und der Geſchwindigkeit gleich iſt, ſo werden auch die Gröſsen der Bewegung verſchiedener Flüſſigkeiten, welche durch gleiche Urſachen (den Schlag der Lappen gegen die Zähne des Steigrads in der Uhr, bey Perolles Verſuchen,) in Bewegung geſetzt werden, ſich wie dieſe Producte verhalten. Sobald aber dieſe Flüſſigkeiten nicht ſelbſt, auf eine wahrnehmbare verſchiedene Art, mit der Geſchwindigkeit des Schlags, den Ton deſſelben verändern, ſo werden die Geſchwindigkeiten in beiden Producten, da die Uhr von gleichen Kräften bewegt wird, gleich ſeyn: die Gröſsen der Bewegung werden ſich daher verhalten wie die Maſſen. Da ferner die Oberfläche der Uhr, alſo die Volumina der bewegten Flüſſigkeiten gleich ſind; *ſo werden ſich die Gröſsen der Bewegung verſchiedener Flüſſigkeiten unter den angegebenen Umſtänden wie die ſpecifiſchen Gewichte der Flüſſigkeiten verhalten.*

Hier finden wir wiederum die ſchönſte Uebereinſtimmung mit der Erfahrung, aus der Prieſtley**) für luftförmige Flüſſigkeiten ſchon *denſelben* Schluſs zog. Auch Perolle's Verſuche***) beſtätigen es, doch mit Ausnahme des Kohlenſaurengas. Auf die Vergleichung der Stärke des Schalls in luftförmigen und tropfbarflüſſigen Körpern läſst ſich jenes Geſetz nicht unmittelbar anwenden, da aus Perolle's Verſuchen, (Ann. III. 172,) nach welchen ſie nicht blos

*) *Aus dieſem Unterſchiede läſst es ſich erklären, warum flüſſige Körper keine Reſonanz geben, und warum Töne, die wir durch Stäbe, wie Perolle in jener Abhandlung, dem Ohre wahrnehmbar machen, dadurch eine gewiſſe Dauer erhalten, die vom ſchallenden Körper ſelbſt nicht herkommt.* A.

**) *Verſuche und Beobachtungen u. ſ. w. Wien* 1782. *II Th. S.* 241.

***) *Annal. d. Phyſik III.* 197.

die Stärke des Tons, ſondern auch den Ton ſelbſt verwandeln, hervorgeht, daſs ſie die Geſchwindigkeit der Schwingungen der Uhr verändern, und zwar beträchtlich verzögern. (?) Am wenigſten würden uns aber Perolle's Verſuche zu dieſer Vergleichung genügen, da dort nicht die ganze Entfernung von dem Beobachter bis zur Uhr, mit der unterſuchten tropfbaren Flüſſigkeit, wie vorher mit atmoſphäriſcher Luft, gefüllt war, ſondern nur der Zwiſchenraum zwiſchen der Uhr und dem Glaſe, worin ſie lag. Ungeachtet dieſer beiden entgegenwirkenden Urſachen verſchwand doch der Ton in der Luft bey einer Entfernung von 8, hingegen im Waſſer erſt bey einer Entfernung von 20 Fuſs. Die Folge der tropfbar-flüſſigen Stoffe unter ſich, ſtimmt wiederum ſehr gut mit dem Geſetze überein:

Folge nach Perolle's Verſuchen	*Specifiſche Gewichte nach Muſſchenbroek*
Waſſer	1,000
Oehl	0,913
Terpentinöhl	0,792
*Weingeiſt**)	0,791

Am Schluſſe noch ein paar Erfahrungen von *Zanetti* und mir. Er fand, ganz jenem Geſetze gemäſs, daſs der Ton in einem offenen Gefäſse, deſſen Luft erwärmt, wo alſo ohne die abſolute Expanſion zu ändern, das ſpecifiſche Gewicht vermindert wurde, viel ſchwächer war (*Hawksbee exper. T. II. p.* 323.). Zur Prüfung des Geſetzes für feſte Körper machte ich den Verſuch, nachdem ich beide Ohren verſtopft und die Verbindung mit einer Taſchenuhr durch einen dünnen Meſſingdraht gemacht hatte, dieſen bis zum Glühen durch ein untergeſetztes Licht zu erhitzen. Der Ton wurde dadurch ſehr geſchwächt, und ich konnte die einzelnen Anſchläge der Spindellappen kaum mehr unterſcheiden, bis endlich der Draht riſs. Ich habe dieſen Verſuch einigemal wiederholt, und er beſtätigt ebenfalls das vorſtehende Geſetz.

*) *Durch einen Druckfehler ſteht dort beym Weingeiſte* 21 *ſtatt* 12 *Fuſs Entfernung.*

VI.

ENTBEHRLICHKEIT

des

Venturischen Principes.

Aus einem Briefe

des Prof. Busse

an den Herausgeber.

Seit mehrern Jahren schon habe ich mich nicht erwehren können zu behaupten, dafs bey gleicher Kraft vor dem localen Anfange des Strudels, gerade durch Plattenmündungen (durchlochte Platten, je dünner je besser) der gröfste Wasserausfluss erhalten werde, weil gerade nur bey ihnen der Natur die meiste Freyheit dargebothen wird, sich den *vortheilhaftesten* Strudel zu bilden. Besteht dagegen die Ausmündung in einer Röhre, die natürlich, um den Namen einer *Mündungsröhre* zu verdienen, eng genug seyn mufs, um auch jenseits ihres Anfangsringes, welcher allemal eine Plattenmündung darstellt, auf die fernere Strombildung Einfluss zu behalten; so wird eben durch diesen Einfluss, der Natur eine neue Forderung vorgelegt, wofür sie die für den Anfangsring bereits gebildete vortheilhafteste Stromform aufs neue modificiren mufs. Dazu gehört vermehrte Kraft vor dem Anfange des Strudels, wenn auch nur gerade eben so viel Wasser, als durch die Plattenmündung, soll gefördert werden. Da nun bey den versuchten Springwerken, durch gewisse cylindrische und conische Ausmündungsröhren, sogar noch mehr Wasser ausfloss; so war es mir um so gewisser, dafs durch diese Ausmündungsröhren eine Kraftverstärkung vor dem Strudel verursacht werde, die denn bey diesen Springwerken, welche blos durch eine Wassersäule getrieben wurden, lediglich von der Luftelasticität

herrühren konnte. Mit dieſen Gedanken, welche durch bekannte Aeuſserungen älterer Hydrauliker noch verſtärkt wurden, hatte ich ſchon lange mich umher getragen, als ich vor einem Jahre, wegen Fragen über die vortheilhafteſte Ausmündung der Brandſpritzen, es darauf anlegte, die Geſtalt des vortheilhafteſten Strudels und ſein Minimum des Kraftverluſtes *a priori* zu beſtimmen. Allerdings ward mir die Sache ſo ſchwierig, daſs ich bald genug es bey der Frage bewenden lieſs, wie groſs bey einem vorgeſchriebenen und geforderten kegelförmigen Strudel der Kraftverluſt ſeyn möchte! Indeſſen fand ich mich bey dieſer Gelegenheit wiederum veranlaſst, gegen die bekannten Erfahrungen des vermehrten Ausfluſſes durch gewiſſe Mündungsröhren, meine obige Behauptung wirklich zu ſichern; und das geſchah ſchon damals ungefähr durch folgende Schlüſſe.

Seyen *Ff*, *Hh* und *Kk* (Taf. I. Fig. 9.) die Richtungen, nach welchen drey Waſſerſtrahlen, die ich ſtatt mehrerer nenne, ohne die cylindriſche Röhrwand *FK* fortgehen würden; ſo wird wegen der Röhrwand ihre *Richtung verändert*. Waſſerſtrahlen und Röhrwand nur (für *mäſsige* Geſchwindigkeiten *hinreichend*) als harte Körper betrachtet; iſt gewiſs, daſs durch die Richtungsänderung die *abſolute Geſchwindigkeit* der Strahlen *vermindert* wird; denn ſie wird ja *coſinuirt* (um mich hier kurz auszudrücken, verglichen meine Beyträge zur Mathematik, Stück IV.). Der Coſinus, in welchem nach dem Aufſtoſsen der Strahl fortzugehen ſtrebt, iſt gleichgerichtet der kleinen Ebene, gegen welche dieſer ſtieſs. Folglich kann ſeine relative *Geſchwindigkeit längs* der *Achſe* der Mündungsröhre, grade eben ſo groſs, als ſie es vor dem Aufſtoſsen war, nur da bleiben, wo die Stoſsebene mit der Achſe parallel iſt. Dagegen wird des Strahles Geſchwindigkeit längs der Achſe durch das Aufſtoſsen vermindert oder vermehrt, je nachdem die Stoſsebene gegen die fernere Achſe hin convergent oder divergent iſt.

Bey cylindriſchen Mündungsröhren iſt allenfalls die kleine Stoſsebene ein Theilchen der Röhrwand

ſelbſt, und als ſolche ausgemacht der Achſe parallel nur für diejenigen Strahlen, welche, wie der bey *F*, zuerſt ausſtoſsen. Die folgenden bey *H* und *K*, ſtoſsen nicht mehr unmittelbar auf die Röhrwand, ſondern auf die Strahlen, welche ſchon vorher ausſtieſsen, und nun längs der Röhrwand hinſtrömen, und dieſes vielleicht anfänglich mit einer ſolchen Krümmung thun, daſs die ſpäterhin auf ſie ſtoſsenden Strahlen der Achſe convergent gebogen werden. Iſt das der Fall, ſo werden ſie ſchon deshalb an ihrer relativen, der Achſe gleich gerichteten Geſchwindigkeit etwas verlieren, und ein zweiter Verluſt ihrer abſoluten, und ſomit auch ihrer eben genannten relativen Geſchwindigkeit, entſteht dann ferner noch dadurch, daſs je zwey und zwey ſolcher Strahlen gegen einander zielen, ſo daſs ihre Zielungen in der Achſe collidiren würden.

Indeſſen dürfte nicht nur für den Beharrungszuſtand des ganzen Stromes, und ohne Compreſſibilität der Waſſertheile, jene concave Krümmung ſich bald verlieren; ſondern man darf auch überhaupt als äuſserſt wahrſcheinlich nun annehmen, wie es genauerer Calcul ſicherlich bewähren würde, daſs die von der anfänglich concaven Krümmung etwa herrührende Verminderung der Geſchwindigkeiten längs der Achſe doch zu klein ſey, als daſs nicht ihrer ungeachtet, wegen der nach und nach zurückgewieſenen Strahlen, eine gewiſſe Strecke hindurch in jedem Stromſchnitte *MO*, die Summe ſeiner Geſchwindigkeiten längs der Achſe gröſser ſey, als in dem ihm nachfolgenden Durchſchnitte *mo*. Iſt aber das, ſo folgt daraus, daſs jeder Schnitt *MO* für den ihm nachfolgenden *mo*, wie ein *ſaugender Kolben* wirkt, durch welchen der *Atmoſphärendruck veranlaſst wird, das nachfolgende Waſſer hinter ihm her zu treiben.*

Bey coniſchen Mündungsröhren von gehöriger Divergenz iſt es nun ſchon auf den erſten Anblick ſehr einleuchtend, daſs die Summe der Geſchwindigkeiten längs der Achſe noch weit ſtärker zunehmen, alſo hier noch mehr als bey den cylindriſchen Röhren der Fall eintreten muſs, daſs eine gewiſſe Strecke hindurch jeder vordere Schnitt *MO* den

nachfolgenden *mo* hinter ſich her zu ſaugen, Kraft erhält.

Dieſe Schlüſſe denke ich ſchon vor einem Jahre gemacht zu haben, ob ich gleich in den damals mir aufgeſchriebenen Gedanken über die Strudelkraft nur ganz kurz angemerkt finde:

„Wegen der Röhrwand werden Strahlen zurückgewieſen; dadurch entſteht in dieſer Strecke immer mehr und mehr Achſengeſchwindigkeit in den Durchſchnitten des Stroms, und dadurch in ſeinen vordern Schnitten eine Saugekraft gegen die nachfolgenden, welcher, für nicht gar zu groſse Geſchwindigkeiten, der äuſsere Luftdruck Genüge thun wird. Bey den bereits verſuchten Springwerken, bey Kolbenkünſten, wird auch der Kolben deſto ſchneller zu drücken veranlaſst, ſo lange das Moment der Kraft, durch welche er getrieben wird, einer gröſsern Geſchwindigkeit fähig iſt.„

Die obige *etwas* umſtändlichere Erörterung habe ich freilich ſo eben erſt, und eiligſt *aufgeſchrieben*, nachdem ich durch Ihre ſorgfältige Ueberſetzung der Venturiſchen Abhandlung *) mit dieſer meine erſte Bekanntſchaft gemacht habe. In ihr und in Ihren Anmerkungen hatte ich vieles gefunden, was mir äuſserſt werth und lehrreich iſt, und für ſeine Urheber Dank und Hochachtung erzeugt. Was aber das *Venturiſche Princip* betrifft, ſo wird ſchon das Wenige, was ich zur Erklärung der Haupterſcheinung hier mitgetheilt habe, hinreichend darthun, daſs ſich dieſe *ohne neues Princip*, aus deutlichen und anerkannten Gründen der Mechanik, erklären läſst.

Auch Sie, Theuerſter Herr Profeſſor, haben Sich ſogleich in Ihrer Anmerkung (Ann. II. 426.) wider das Princip, als ſolches, erklärt, und es auf mechaniſche Gründe zurückzubringen geſucht, *für* den *dortigen* Venturiſchen Verſuch, zu welchem Band II. Taf. IX. Fig. 3. gehört. Nur hat mir dieſe Anmerkung in ihrem Hauptſchluſſe nicht einleuchten wollen. Sollte durch bloſsen *Gegendruck* Bewegung be-

*) *Ann. d. Ph. B. II. St. 4. Auſſ. 4.*

wirkt werden können? Sogar gegen die Gegend hin, woher der Druck kommen muſs, um den Gegendruck, sein Echo, zu erzeugen? Am wenigſten weiſs ich auf den Beharrungszuſtand des Ausfluſſes Ihre Vorſtellung anzulegen*).

Ich denke, das *dortige* Mitfliefsen des Waſſers aus dem Gefäſse *D H*, durch welches der Strom geht, nimmt die zu ſeinem Mitfliefsen nöthige Kraft *hauptſächlich* her von dem Umſtande, daſs das *ruhige*

*) *Nicht ſo ſehr den erſten Venturiſchen Verſuch, als vielmehr den Fall, den B. II. Taf. IX. Fig. 2 abbildet, (wo ein Waſſerſtrahl im Niveau mit einer Waſſerfläche in ein weites Becken einſtrömt, und die zur Seite liegenden Theilchen mit ſich fortreiſt,) hatte ich bey der erwähnten Anmerkung vor Augen; doch gilt, was ich dort bemerkte, freylich mehr für den Anfang des Einſtrömens, als für den Beharrungszuſtand. Wenn der Strahl in das ruhende Waſſer des Beckens einſtrömt, wird er durch den Gegendruck der in ſeiner Richtung liegenden Waſſertheilchen retardirt, bis er dieſe ſo ſtark beſchleunigt hat, daſs ſie (wenn es angeht) ſeine eigne Geſchwindigkeit erlangen, und dadurch, dachte ich mir, werde der Druck auch nach andern Richtungen thätig, und in ſofern der Gegendruck Veranlaſſung zu Bewegung der Seitentheilchen bey widerſtehenden Seitenflächen des Gefäſses ſelbſt nach der Gegend hin, aus welcher der Gegendruck wirkt. In der erwähnten Anmerkung iſt freylich der Hauptpunct von Venturi's Verſuch 1. nicht berührt, der von Herrn Prof. Buſſe ſehr richtig nachgetragen wird; doch war auch die ganze Anmerkung nur ein flüchtiges Hindeuten auf mögliche Ableitung. Bey den folgenden Anmerkungen war es mir nur darum zu thun, Venturi's Meinung ins Klare zu ſetzen, und ich freue mich, daſs mein Freund, (in dem ich den Lehrer meiner Jugend, deſſen gründlicher und gefälliger Vortrag mich auf immer an die mathematiſchen Wiſſenſchaften feſſelte, und zugleich einen unſrer vorzüglichſten Hydrodynamiker verehre), was flüchtigen Bemerkungen bey ſo ſchwierigen Materien nicht anders als abgehn konnte, hier ſchon einigermaſsen ergänzt.* d. H.

Waſſer des Gefäſses einen *ſtärkern* Seitendruck ausübt, als das durchfliefsende Waſſer ihm entgegenſetzt. Daſs aber dieſer Ueberſchuſs gerade zum Mitfliefsen verwandt wird, das hat man allerdings wohl zu verdanken der Cohäſion, dem von *Venturi* ſo genannten klebrigten Weſen, zwiſchen dem fliefsenden und ruhigen Waſſer, das ſich nach und nach einander berührt.

Ueberdies entſteht allerdings durch den aufſteigenden Boden des viereckigen Kanals und die niederwärts drückende Schwere des Waſſers und der Atmoſphäre, auch in dieſem Kanale einige verticale Zuſammenziehung des Stromes. In ſo fern er nun dadurch zu einer horizontalen Divergenz veranlaſst, und dieſe durch die verticalen Kanalwände auch etwas zurückgewieſen wird; in ſo fern entſteht auch hier einige Geſchwindigkeitsvermehrung in den Stromſchnitten, und dadurch etwas ſaugende Kraft, alſo auch etwas von ſolchem Nachtreiben der Atmoſphäre, als bey den obigen engern und ganz umſchloſſenen Mündungsröhren ſtatt findet. Das kann aber hier nur ſehr unbeträchtlich ſeyn.

Verhält ſich das wirklich ſo, ſo verdient *Venturi's* Vortrag den Tadel, daſs Er die Erſcheinung des Mitfliefsens bey dieſem Verſuche auffaſst, und dann zur Erklärung anderer Verſuche benutzt, bey denen doch der vermehrte Ausfluſs lediglich aus einem Grunde herrührt, der bey jenem erſten Verſuche höchſtens nur eine ſchwache Mithülfe leiſtete.

So möchte ich aus meinem Geſichtspuncte noch manches gegen *Venturi's* Abhandlung zu erinnern haben. Ich will noch einiges herſetzen, das mir ebenfalls ſogleich bey der erſten Durchleſung beyfiel.

Statt Seite 419. Zeile 9 — 12. würde ich lieber ſagen: der Waſſerſtrahlen Geſchwindigkeit *längs der Achſe* wird wegen der Ausmündungs*röhre* eine Strecke hindurch immer gröſser und gröſser, und dadurch der Atmoſphärendruck veranlaſst auch die abſolute mittlere Geſchwindigkeit des Stromes gröſser zu machen, als dieſe es ſeyn würde, wenn ſich der Strom blos durch den Anfangsring der Röhre, alſo wie durch eine dünne Platte, ausmündete.

Seite 419. Zeile 14. *Ich* denke, bey dem Verſuche 8. muſs die unter dem Recipienten noch zurückgebliebene Luftelaſticität hinreichend geweſen ſeyn, denjenigen Verluſt des Ausfluſſes zu erſetzen, der ohne ihre Hülfe wegen der neuen Strommodificirung in der Ausmündungs*röhre* würde ſtattgefunden haben: deſſen ungeachtet, daſs in der Atmoſphäre dieſe Modificirung ſogar eine Vermehrung des Ausfluſſes nach ſich zieht.

Seite 419. Zeile 15. darf es meiner Meinung nach nur heiſsen: durch *einige* hinabgehende Röhren.

Seite 423. Die gröſsten Schwierigkeiten bey dynamiſch-hydrauliſchen Unterſuchungen entſtehen doch wol nicht gerade von der Unvollkommenheit der Integralrechnung. Sondern gleich anfangs, wenn man gewiſſe gar zu abſtracte Grundgleichungen *anlegen* will; ſo iſt es faſt, als ob ſie über die wirkliche Waſſerwelle ſo weit erhaben, und ſo idealiſch glatt wären, daſs ſie gar nicht gehörig eingreifen wollen. Ich fürchte ſogar, daſs man einiges von dem, was man der hydrauliſchen Dynamik bereits glaubt verdanken zu können, im Grunde bis jetzt nur noch durch bloſse hydrauliſche Phoronomie erobert hat. Wenn es z. B. mir gelungen wäre zu zeigen, warum im vortheilhafteſten Strudel ungefähr $(1 - 0{,}64^2)$ tel von der zu ſeiner Erzeugung vorhandnen Krafthöhe müſſe verlohren gehen, wegen nothwendiger Richtungsänderung und Colliſion ſeiner Waſſerfäden: dann erſt wäre ich gewiſs, dieſe Erſcheinung dynamiſch erklärt zu haben. Uebrigens kennen Sie meine groſse Vorliebe auch für die *hydrauliſche Theorie von vorne her*, und meine groſse Verehrung für *Bernoulli*, *Euler* u. ſ. w.

Seite 434. Zeile 14. etc. *Venturi's* hieſige Rechnung über ſeinen Verſuch 6, veranlaſst mich darüber mit Hülfe der Reſultate, welche Verſuch 3. u. 5. gaben, folgendes zu rechnen.

Indem H die mittlere Druckhöhe des Waſſers im Behälter, hier $= 32{,}5$ Zoll, bedeutet; ſo ſey $n \cdot 2\sqrt{g\,H} =$ der mittlern Geſchwindigkeit in dem Loche der *Plattenmündung* (Verſuch 3.) und das grö-

hiere $m \cdot 2\sqrt{gH}$ = der Geſchwindigkeit in der cylindriſchen Mündungs-*Röhre* (Verſuch 5. u. 7).

Nun heiſse X die noch unbekannte Höhe des Luftdrucks über dem Behälter, welche durch die ebengenannte Mündungs-*Röhre* zum Mitwirken und Vermehren des Ausfluſſes veranlaſst wird; ſo muſs auch $n \cdot 2\sqrt{g(H+X)}$ = der Geſchwindigkeit in dieſer Mündungsröhre ſeyn, ihr bischen Friction u. dergl. bey Seite geſetzt.

Folglich $n^2H + n^2X = m^2H$, und $X = \left(\frac{m^2}{n^2} - 1\right)H$.

Da ich nun aus Verſuch 3.
finde, $\log n = 0{,}8037362 - 1 = \log 0{,}6364$,
wird $\log m = 0{,}9251584 - 1 = \log 0{,}8417$ aus Vſ. 4. u. 7.
ſo iſt $\log \frac{m^2}{n^2} = 0{,}2428444 = \log 1{,}7492$; alſo

$\log\left(\frac{m^2}{n^2} - 1\right) = 0{,}8745978 - 1 = \log 0{,}7492$
dazu $\log H = 1{,}5118834 = \log 32{,}5$
giebt $\log X = 1{,}3864812 = \log 24{,}349$.

Mit dieſen 24,349 Zoll ſtimmt nun ſo gut als völlig überein die 24zöllige Höhe des gefärbten Waſſers, welche ſich in *Venturi's* 6tem Verſuche darſtellte? Und deſſen ungeachtet habe ich Zweifel; halte es aber für ſchicklich, ſie bey mehrerer Muſse genauer zu prüfen, ehe ich andere damit behellige. Dieſe Bedenklichkeiten haben auch Einfluſs auf eine Antwort, die ich für Ihre Frage

Sei[illegible] 442. verſuchen möchte *). Der Anfang dürfte indeſſen folgender ſeyn. Da in einer verticalen Unterſatzröhre, ihr unterſter Stromſchnitt, in Vergleichung mit ihrem oberſten, ſo viel mehr Geſchwindigkeit, als ihre verlängerte Fallhöhe mit ſich bringt, im Vacuo ſicherlich erlangen würde; ſo wird er eben deshalb in der Atmoſphäre ſoviel ſau-

*) *Beyläufig bitte ich die ſchon am Ende von B. III. angezeigten Sinnſtöhrenden Schreibefehler B. II. S. 433, wo zweymal (Z. 3. und 9. v. u.) Zoll ſtatt Linien, und S. 438, wo Zeit ſtatt Fallhöhe ſteht, zu verbeſſern.* d. H.

gende Kraft auszuüben bereit seyn, als mit jener Geschwindigkeitsvermehrung zusammenhängt; und *in sofern* würde der durch die Unterfatzröhre vergrösserte Ausfluss, wohl der durch die Unterfatzröhre verlängerten Fallhöhe zugehören.

Auf den so eben aufgeschlagenen beiden Seiten, über Venturi's Beurtheilung seiner hiesigen beiden dreyfachen Versuche, hätte ich ebenfalls etwas zu bemerken. Es scheint mir auch hierein $+ - = 0$ versteckt zu liegen; gleich in dem ersten Urtheile, dass in den beiden ersten Fällen eine *gleiche* Kraft den gleichen Ausfluss bewirke! Aber um meine Bemerkungen gehörig zu bewähren, müsste ich etwas weit dafür ausholen. Man kann nicht befriedigend darüber rechnen, ohne den von Langsdorf kurz und gut so genannten Widerstand der Röhren nach aller für jetzt erreichbaren Genauigkeit mit zu würdigen. Ueber dazu gehörige Formeln von Buat, Woltmann, Langsdorf (Hydraulik), Eitelwein und Langsdorf (Maschinenlehre) war ich vor einigen Monaten veranlasst etwas aufzuschreiben, das mir der Mittheilung werth schien. Vielleicht kann ich nach einigen Wochen dazu kommen, es wieder durchzusehen, und dann für die Annalen Ihnen zuzuschicken. *Damit* wäre meines Erachtens der Anfang zu machen für das, was ich weiterhin über Venturi's Schlüsse zu bemerken hätte.

Es bleibt Ihnen, Verehrtester Freund, völlig überlassen, das obige dem Publico mitzutheilen, oder nicht. Seit ich nicht mehr als Professor arbeite, finde ich mich weniger als ehemals dazu berufen, meine Mitarbeiten für Verbesserung der Wissenschaft und ihres Vortrages auch öffentlich darzulegen. Und seit das Publicum nicht einmal die geringe Subscription leistete, welche ich in meiner letzten kleinen Schrift *) von ihm wünschte; — fahre

*) *Formulae linearum subtangentium ac subnormalium, tangentium at normalium et castigatae et diligentius quam fieri solet explicatae. Lipsiae* 1798.

ich freylich fort, theils aus Amtspflicht für gewisse practische Geschäffte und zum übrigen Theile aus Leidenschaft und Angewohnheit mein mathematisches Studium fortzusetzen; aber meistens nur ohne dabey viel an Mittheilung meiner etwanigen Erobe-rungen zu denken. Doch werde ich veranlasst seyn, einiges von meinen mechanischen und hydraulischen Untersuchungen mit beyzubringen in einem Werke über Verbesserung der Brandspritzen, welches je wohl, selbst bey dem jetzigen etwas sonderbaren Zustande des wissenschaftlichen Buchhandels, seinen Verleger finden wird, da es practisch ist, und viel gemeinverständliches enthalten soll. So eben gehe ich daran, eine Probe davon für das Archiv des Hrn. Prof. Hindenburg *lesbar zu machen*, welches mir bey meiner *mathematischen* Schriftstellerey allemal das *unangenehmste* Geschäfft ist.

Dessau d. 9ten Januar 1800.

VII.

Auszüge aus andern Briefen an den Herausgeber.

1) *Vom Herrn Prof. Kries.*

Götha d. 24ſten Nov. 99.

Hier die verſprochene *Lichtenbergiſche* Schrift über das Hygrometer *). Hat die *Anti-Mayerſche* Abhandlung Sie intereſſirt **), ſo wird es die *Anti-Zyliusſche* ſicher noch mehr ***), da der Gegenſtand hier wichtiger iſt, und genauer auseinander geſetzt wird. Freylich iſt es zu bedauren, daſs wir ſie nicht vollſtändig haben, doch enthält dieſes Fragment gewiſs das Wichtigſte. Auch hat die Schrift das Unangenehme aller polemiſchen Schriften, daſs ihr Verfaſſer nicht einen ſteten und ruhigen Gang zum Ziel genommen hat, ſondern dem Gange eines andern

*) *Ge. Chriſtoph Lichtenbergs Vertheidigung des Hygrometers, und der de Lücſchen Theorie vom Regen. Herausgegeben von Ludw. Chriſti. Lichtenberg, Sächſ. Goth. Legationsrath, und Friedr. Kries Prof. am Gothaiſchen Gymnaſ. Gött.* 1800. 16 *u.* 228 *S.* 8.

**) *Dieſelbe, die unſre Leſer aus den Annalen der Phyſ. II.* 121. *kennen.* *d. H.*

***) *Herr Hofr. Mayer (zu deſſen Wiedererlangung, als Lichtenbergs Nachfolger, man gewiſs Urſach hat Göttingen Glück zu wünſchen,)„ wird uns, ſagen die Herausgeber im Vorbericht, dieſe Zuſammenſtellung, die auf keine Weiſe eine Vergleichung ſeyn ſoll, gern verzeihen. Der Ton in dem der Aufſatz gegen ihn geſchrieben iſt, zeigt hinlänglich die groſſe Achtung, die der Verf. für einen Gegner von philoſophiſchem Geiſte und gründlicher Kenntniſs der Sachen hegte; und ſo kann ſie zugleich zu einer Rechtfertigung für den Verſtorbnen dienen, wenn man den Ton in der andern Schrift nicht immer ſo glimpflich finden ſollte.„* *d. H.*

folgt, sich durch dessen Einwürfe unterbricht, und sich hier und da auf Abwege führen und zu Wiederholungen verleiten läßt. Indessen, wenn man bedenkt, daß man ohne eine solche Veranlassung nichts erhalten haben würde, so ist man gern damit zufrieden.

Ich habe mich zeither viel mit der Durchsicht der *Lichtenbergischen Papiere* beschäfftigt, und daraus seine ganze Denk- und Lebensweise recht kennen und hochschätzen gelernt. Es ist erstaunend, wie thätig der Geist dieses Mannes gewesen ist; ich möchte sagen, er hat fast über alles Wissenswerthe nachgedacht, und worüber er gedacht hat, darüber hat er auch Bemerkungen niedergeschrieben. Hieran ist er so gewöhnt gewesen, daß man sagen kann, er hat mit der Feder in der Hand gelebt, fast wie manche rüstige Scribenten, aber mit dem Unschiede, daß, wenn diese nur fremde Bücher austerschreiben, er nur von dem Seinigen compilirte, denn bey ihm ist wol nachdenken nie einerley mit nachschlagen gewesen. Zugleich hatte er eine grosse Sorgfalt in Rücksicht seiner Moralität, er bemerkt seine Fehler sehr strenge, und stellt seine Gesinnungen wie seine Empfindungen sehr offenherzig dar. Er war Willens sein Leben zu beschreiben, daß es nach seinem Tode herauskommen sollte, und wenn irgend etwas zu bedauren ist, so ist es das, daß er diesen guten Gedanken nicht ausgeführt hat. Uebrigens hat er sich selbst mehr gelebt, als es die meisten Gelehrten über dem ewigen Drängen und Treiben, und Dichten und Trachten thun.

---

2) *Von Herrn Prof. Grimm.*

Breslau, d. 6ten Okt. 1799. u. 9ten Febr. 1800.

. . . Leider ist die grosse von Hrn. Mechanicus *Klingert* verfertigte Scheibenmaschine, (Ann. d. Ph. II. 369.) deren Beschreibung sie hierbey für die Annalen erhalten, aus unsern Mauern nach *Walisfort*, 13 Meilen von hier, gebracht worden, wo sich nun das ganze Kabinet des *Prinzen Heinrich von Würtemberg*

befindet, wo ich aber künftiges Frühjahr einige phyſikaliſche Unterſuchungen anzuſtellen hoffe. Jetzt bin ich mit einem andern Gegenſtand beſchäfftigt. Herr *Klingert* hat eine neue Art von *Luftpumpe* verfertiget, die nur zu einem einzigen Endzweck dient, nemlich Luft aus Flüſſigkeiten zu befreien, die er mir zur weiteren Unterſuchung übergeben und zur Bekanntmachung überlaſſen hat. Ich bin daher beſchäfftiget, vermittelſt dieſer Luftpumpe aus den Flüſſigkeiten Luft herauszuziehen, und letztere mit dem Eudiometer zu unterſuchen. Es zeigen ſich hierbey merkwürdige Phänomene. Z. B. das deſtillirte und das gekochte Waſſer liefern Luft, eben ſo wie das friſche Waſſer, und die Luft der bisher unterſuchten Flüſſigkeiten iſt beſſer als die atmoſphäriſche. Die Luft aus dem Schneewaſſer war z. B. um $\frac{11}{200}$ beſſer, als an demſelben Tage die atmoſphäriſche. Ich glaube, daſs ich zur Oſtermeſſe für die Annalen eine umſtändlichere Nachricht von dieſen Verſuchen werde liefern können. Und alsdann erhalten Sie auch ſowohl eine Beſchreibung, als auch eine Zeichnung von jener *Luftpumpe*. Jede Flüſſigkeit unterſuche ich wenigſtens 3mal, und erſt alsdann halte ich die Unterſuchung für beendiget, wenn ich jedesmal daſſelbe Reſultat erhalte. — Das *Eudiometer*, welches ich hierbey gebrauche, iſt gleichfalls von Hrn. *Klingert* verfertiget, und weicht von den bekannten Eudiometern merklich ab, ſo daſs eine mit einer Zeichnung verbundene Beſchreibung deſſelben auf einen Platz in den Annalen Anſpruch machen kann.

Von der *Erderſchütterung*, welche im Monat Decembres vorigen Jahres auf dem ganzen Schleſiſchen Gebürge iſt bemerkt worden, werden Sie wohl ſchon aus gedruckten Blättern Nachricht erhalten haben. Jetzt weiſs man mit Beſtimmtheit, daſs dies Erdbeben *nur das ſchleſiſche Gebürge* getroffen hat. Hier in *Breslau* hat man von demſelben nichts geſpüret, ohnerachtet 9 Meilen von uns entfernt die Erſchütterung ſehr merklich geweſen iſt. Meine Elektriſirmaſchine war 2 Tage vor dieſem Erdbeben und ſelbſt auch

auch noch des Vormittags deſſelben Tages, an welchem das Erdbeben erfolgte, ſehr wirkſam, hingegen den Tag nachher und an den beiden folgenden Tagen gab ſie ſo wenige Funken, daſs ich keinen Patienten electriſiren konnte, ohnerachtet das Kiſſen mit friſchem Amalgama verſehn wurde, welches erſt am vierten Tage ſeine Wirkung zeigte. Ob dies Phänomen mit jener Erderſchütterung nicht vielleicht in Verbindung mag geſtanden haben? Ihre Meinung hierüber erwartet *)

Ihr

Grimm.

*) *Dieſes zu bejahen nehme ich nicht den mindeſten Anſtand, da man faſt immer merkwürdige Veränderungen im Zuſtande der Electricität oder auffallende electriſche Erſcheinungen bey Erdbeben wahrgenommen hat. Nur iſt der ſchwierige Punkt auszumachen, was hierbey Urſach und was Wirkung iſt. Daſs mehrere ſehr geſchäzte Phyſiker die Electricität als Urſach, und das Erdbeben als Folge dachten, iſt bekannt, (ſ. auch Anff. 3. dieſes Stücks,) und Beccaria's Theorie des Gewitters bringt dieſe Ausſage mit den Erſcheinungen an der Kleiſtiſchen Flaſche in Verbindung. Allein da dieſe Theorie ſchwerlich haltbar ſeyn dürfte, dann auch vorzugsweiſe bey heftigen Gewittern Erdbeben erfolgen müſsten, was wider die Erfahrung iſt; vielmehr in Fällen, wo die Erderſchütterung unleugbar durch einem Druck von Dämpfen gegen die Erde, indem dieſe birſt bewirkt wird (wie bey Vulkanen) electriſche Erſcheinungen (Blitze in den Rauchſäulen und Feuerkugeln) als begleitende Umſtände angetroffen werden; ſo ſcheint mir weder Erdbeben, noch Electricitätsveränderung eins Urſach vom andern, ſondern beides coordinirte Folge einer noch nicht ganz aufgehellten Urſach zu ſeyn.* d. H.

VIII.

Auszug aus einer Nachricht des H. v. Gersdorf über das Erdbeben am 11ten Dec. 1799.

(Neue Lausitzsche Monatsschrift 1800. St. 1. S. 25—39.)

Meffersdorf d. 11t. Dec. 1799 Mittwochs.

Seit mehr als acht Tagen, bey meistens völliger Windstille, die nur manchmal mit schwachem Ostwinde abwechselte, sehr mäfsigem, doch ziemlich anhaltendem Froste, und kaum einen Messerrücken tiefem Schnee, war die mehrste Zeit starker *Nebel*, welcher nur selten auf wenige Stunden mit heiterm Himmel abwechselte. Nur den gröfsten Theil der vorigen Nacht, und fast den ganzen heutigen Vormittag war es heiter gewesen, ward aber bald nach Mittage bey schwachem Ostwinde wieder neblig. Dafs im Thal alles mit Rheinfroste stark überzogen und gleichsam bepudert war, am Gebirge aber bis auf den Hermsdorfer Berg hinab alle Bäume völlig rein und recht dunkel schienen, bewies, dafs der Nebel keine gröfsere Höhe als dieser Berg gehabt habe, und liefs mich hoffen, auf seinen Spitze schon über dem Nebel erhaben zu seyn. In dieser Hoffnung bestieg ich ihn, und hatte von der Spitze des noch höhern Birkelbrandts in der That das schöne Schauspiel, das ganze kaum 100 Fufs senkrecht unter mir gelegne, unermefsliche Wolkenmeer, gröfstentheils vortrefflich beleuchtet, und die Gebirgsspitzen in der heitersten Luft darüber völlig rein zu sehn. Bald nach meiner Ankunft ging die Sonne hinter der höhern südwestlichen Gebirgskette unter, und kurz ehe wir sie verlohren, sahen wir auf dem wenigstens noch 200 Schritt nördlich entfernten Nebel, einen grofsen, etwas bunten, doch noch sehr mattfarbigen Fleck entstehn, und unsern Schatten selbst darin, aber noch ganz unbestimmt, und kaum bemerkbar, weil der Nebel etwas zu entfernt und zu dünne war: (die bekannte Erscheinung, da man

seinen eignen Schatten mit einer bunten Glorie umgeben, in den Wolken sieht.) Die ganze Oberfläche des Wolkenmeers war sanft wellenförmig, und ziemlich in Einer Höhe, nur dass es sich gegen die Berge, die darüber herausragten, ein ganzes Stück hin, in einer sehr flach gewölbten Linie etwas senkte.

Als ich bey meinem Rückwege, höchstens 2 oder 3 Minuten vor 4 Uhr, wieder unten auf der Oberfläche des Hermsdorfer Bergs, und in den Anfang des dort noch ganz dünnen Nebels gekommen war, hörte ich plötzlich, gleichsam tief unter uns im Schwarzbacher Thale, ein mehr rollendes als murrendes und polterndes, doch sehr heftiges Getöse, welches etwas über der Hälfte dieses langen Thals anzufangen, und in selbigem gegen den untern Theil des Dorfs herab zu rollen schien. Es war ungefähr so, als wenn einige schwerbeladene Wagen mit möglichster Geschwindigkeit auf recht hart gefrornem Boden herführen, entstand plötzlich in seiner grösten Stärke, blieb darin wohl ziemlich ½ Minute lang, ward dann allmälig schwächer, und verlohr sich endlich ganz, nachdem es wohl eine Minute angehalten hatte. Es blieb dabey und nachher so windstill als vorher. Von einer Erderschütterung hatte ich nicht das geringste wahrgenommen, eben so wenig eine Veränderung am Nebel, der indess späterhin verging, so dass von 7 Uhr an, beim reinsten stillen Himmel, und bey mässiger Kälte der schönste Mondschein war. Bey der schon lange ganz ungewöhnlich ruhigen Luft hatten die Barometer seit vielen Tagen über ihre mittlere Höhe gestanden, und sich fast täglich noch einige Skrupel erhoben, bis sehr nahe an 27 Zoll; eine halbe Stunde nach dem Erdbeben standen sie doch grade so wie vorher, und am 12ten Dec. stiegen sie den ganzen Tag über fast 1 Linie, bey eben so stiller und heiterer Witterung bis gegen Mittag, da es denn bey Ostwind wieder sehr neblig, spät Abends aber wieder heiter wurde. Auch am 13ten war es abwechselnd hell und neblig.

Das erwähnte rollende Getöse wurde von sehr vielen in allen benachbarten Oertern, vorzüglich

aber von den Bewohnern des Schwarzbacher Thals gehört, auch in den Häusern eine gelinde Erschütterung, Knistern im Dachwerk, Klirren der Fensterscheiben oder Bewegung von Tassen, Gläsern und aufgehangnen Bildern bemerkt. Auch spürten Holzarbeiter am Drechslerberge, auf der grosen Iser etc. die Erderschütterung sehr deutlich im Freyen, und hörten lange anhaltend das rollende Getöse. Bey dem starken Nebel hielt man es ziemlich allgemein für ein Donnern. Nachrichten von noch stärkern Wirkungen längs der böhmischen Seite des Riesengebirgs bis Hohenelb, sind bisher noch zu unbestimmt, und zum Theil zu abenteurlich, um erwähnt zu werden. Indefs erhellt doch aus glaubwürdigen Nachrichten, dafs man den Erdstofs in *Hirschberg* auf den Thürmen und in allen Häusern $\frac{1}{4}$ Minute lang (?) durch Bewegung der Bilder an den Wänden etc., noch weit stärker aber auf den Kämmen des ganzen Riesengebirgs, und in allen Gebirgsörtern empfunden habe.

Nach dem Getöse zu urtheilen, war die Richtung ungefähr aus Süd nach Nord. Das äuserste nördliche Ende, über welches hinaus nichts davon bemerkt ward, scheinen *Markliffa* und *Friedeberg* zu seyn. Kurz vorher will man hier an einigen Kazen eine ungewöhnliche Unruhe bemerkt haben. — Ein Electrometer hatte ich leider während des Stofses nicht bey der Hand. Allein seit dem 11ten Dec. finde ich (selbst am 18ten, da es etwas schneite, und an den heitern sehr kalten Tagen mit ziemlich starkem Ostwinde) die Electricität der Atmosphäre ganz auserordentlich schwach, was für diese Jahrszeit und Witterung um so ungewöhnlicher ist. Ob das Erdbeben hierauf einigen Bezug haben könnte, verdiente doch wohl die Untersuchung der Naturforscher *).

*) *Man sehe die vorhergehende Anmerkung.* d. H.

ANNALEN DER PHYSIK.

VIERTER BAND, ZWEITES STÜCK.

I.

BEMERKUNGEN

über eine sehr ungewöhnliche Horizontal-Refraction,

von

SAMUEL VINCE,

Professor der Astronomie und Physik zu Cambridge, F. R. S. *)

Es ist den Astronomen längst bekannt, wie höchst veränderlich die Strahlenbrechung im Dunstkreise vom Horizonte an bis auf 5 oder 6° Höhe ist, und wie sie hier von der mittlern Gröfse auf eine Art abweicht, die sich aus den Barometer- und Thermometer-Ständen nicht erklären und berichtigen läfst. Dies liegt wahrscheinlich an den groben Dünsten, mit denen die Luft dicht über der Erde geschwängert ist, und an den Veränderungen in diesen Dünsten, welche wahrzunehmen, es uns bisher noch

*) Aus den *Philosoph. Transactions*, for 1799, p. 13 f.

an Inſtrumenten fehlt. In der Regel iſt der Weg des Lichts, das zu uns durch die Atmoſphäre herabkommt, eine nach unten zu hohle Curve, weshalb die Strahlenbrechung den Stand der himmliſchen Körper zwar erhöht, ſie aber nicht etwa umkehrt. Sonne und Mond ſcheinen dicht am Horizonte elliptiſch abgeplattet, da die Strahlenbrechung ihren untern Rand ſtärker als den obern erhöht; eines irdiſchen ſenkrecht ſtehenden Gegenſtandes Länge wird dagegen durch die Strahlenbrechung nicht verändert, da alle Theile deſſelben unter einerlei Brechung als die Spitze erſcheinen. Die ſo beſchaffene Strahlenbrechung will ich die *gewöhnliche Refraction* nennen.

Indeſs iſt die Atmoſphäre, beſonders über der See, nicht ſelten in einem Zuſtande, welcher ganz andere Brechungen und Bilder bewirkt, die ich durch den Ausdruck: *ungewöhnliche Refractionen*, bezeichnen will. Dahin gehören die von Huddart beſchriebenen Refractionen, (*A. d. Ph.*, III, 257 f.,) die er auf eine ſehr genügende Art daraus erklärt, daſs wegen der Verdünſtung des Waſſers die Luft nicht unmittelbar über der See, ſondern in einiger Höhe darüber, die gröſste brechende Kraft hat. Doch nimmt man zuweilen Refractionen wahr, die von denen, welche Huddart bemerkte, weſentlich verſchieden und daher andern Urſachen zuzuſchreiben ſind. Im vorigen Sommer war ich ſo glücklich, am erſten Auguſt zu *Ramsgate* ſehr merkwürdige Erſcheinungen dieſer Art

mit voller Mufse von ein Viertel auf fünf Uhr Nachmittags bis Abends gegen acht Uhr zu beobachten. Es war ein ausnehmend heifser Tag und ein fehr fchwüler Abend, und am heitern Himmel zeigten fich nur wenige flüchtige Wölkchen. Das Phänomen war zwar den blofsen Augen fichtbar, ich beobachtete es aber durch ein Fernrohr bei 30- bis 40facher Vergröfserung. Die meiften diefer Beobachtungen wurden aus einer Höhe von 25, einige von 80 Fufs über der Meeresfläche gemacht; doch fchien eine Veränderung in der Höhe des Auges auf keine der Erfcheinungen Einflufs zu haben, indem fie fich im Ganzen immer auf einerlei Art zeigten.

Die erfte ungewöhnliche Erfcheinung, die mir ins Auge fiel, als ich das Fernrohr über das Meer wegführte, um mich nach Gegenftänden auf demfelben umzufehen, war der obere Theil eines Schiffsmafts, *A*, der über dem See-Horizonte *xy* fo hervorragte, wie er in Fig. 1, Taf. II abgebildet ift. Zugleich entdeckte ich im Gefichtsfelde des Fernrohrs, fenkrecht über dem Maite, in der Luft zwei vollftändige Bilder des Schiffs, ein verkehrtes, *B*, und ein aufrecht ftehendes, *C*, die mit den Rümpfen an einander ftiefsen. Diefes überrafchte mich fo, dafs ich einen Beiftehenden bat, durch das Fernrohr zu fehen; er befchrieb die drei Bilder gerade fo, wie ich fie wahrgenommen hatte. Auch waren fie zu deutlich und beftimmt, als dafs dabei eine Täufchung hätte vorgehen können. Ich ent-

warf daher die verhältnifsmäfsige Gröfse und den Abftand der drei Bilder von einander fogleich in einer Zeichnung fo genau, als es fich nach blofsem Augenfchein thun liefs. Die Genauigkeit diefer Zeichnung war nicht zu verkennen, und nach ihr ift Fig. 1 gemacht. Da fich das Schiff von der Küfte entfernte, fo wurde immer weniger vom Maíte fichtbar, und zugleich rückten die Bilder *B*, *C* immer höher hinauf. Da aber das Schiff nicht ganz verfchwand, fo liefs fich nicht bemerken, wenn und in welcher Ordnung diefe Bilder verfchwinden.

Ich richtete nun das Fernrohr auf andere Schiffe, um zu fehen, ob fich auch bei ihnen diefes fonderbare Phänomen zeigte. Der Rumpf des Schiffs *A*, (Fig. 2,) ftand gerade im Horizonte des Meers und über dem Schiffe ein vollftändiges verkehrtes Bild deffelben, fo, dafs die Hauptmafte beider fich gerade berührten. Das zweite der vorigen Bilder fehlte. Das Schiff bewegte fich längs des Horizontes hin, und das Bild gerade fo darüber, ohne dafs fich etwas dadurch in der Erfcheinung verändert hätte. *)

*) Dies war alfo eine Spiegelung des Schiffes *aufwärts*, gerade fo, wie fie fchon in frühern Auffätzen Herr Baudirektor Woltmann und der Schwede Wetterling befchrieben haben, und die in der Regel jede fehr ftarke Hebung irdifcher Gegenftände begleitet, dergleichen Vince hier, (wie aus den

Das Schiff, welches zunächſt in das Fernrohr trat, war ſo weit hinter dem Horizonte xy, (Fig. 3,) daſs gerade nur der Rumpf verſchwunden war, und hier bemerkte ich bloſs das verkehrte Bild des obern Theils der Maſten und ihrer Segel. Dieſes Bild erſchien und verſchwand ſehr ſchnell hinter einander, indem es immer in ſeiner unterſten Stellung ſichtbar wurde, dann ſchnell in die Höhe lief, und ſo wie es auffchoſs, bald mehr bald weniger von den Maſten zeigte. In der Schnelligkeit des Auffchieſsens glich es den Strahlen des Nordlichts. Da das Schiff ſich immer tiefer unter den Horizont ſenkte, ſo verfolgte ich es aufmerkſam, und nahm wahr, daſs, je tiefer es ſank, deſto mehr davon in dem verkehrten Bilde erſchien, bis endlich das Bild des ganzen Schiffs da ſtand. Der mittlere Maſt deſſelben ſchien den des Schiffs zu berühren; und als das Schiff noch tiefer ſank, trennten ſich Bild und Schiff. Zwar nahm ich kein zweites aufrecht ſtehendes Bild, wie in der erſten Beobachtung, wahr, doch würde auch dieſes vermuthlich noch

Klippen von Calais erhellet,) wahrnahm. In ſo fern hätten ſeine Beobachtungen nichts Auſserordentliches. Allein zwei Bilder, ein verkehrtes und ein aufrechtes, über dem aufrechtſtehenden, zum Theil unter dem Horizonte verborgenen Gegenſtande hatte von Allen, die über die irdiſche Strahlenbrechung geſchrieben haben, noch niemand mit Zuverläſſigkeit wahrgenommen. *d. H.*

zum Vorſchein gekommen ſeyn, hätte ſich das Schiff noch weiter entfernt.

Als ich das Fernrohr längs des Horizonts weiter bewegte, entdeckte ich gerade im Horizonte *xy*, (Fig. 4.) die Spitze *a* eines Schiffsmaſts, und zugleich eine Erſcheinung, die ich noch nicht wahrgenommen hatte. Senkrecht über *a* ſtand ein verkehrtes Bild des Schiffs, *B*, darüber ein aufgerichtetes, *C*, beide vollſtändig und ſehr gut begrenzt, und zwiſchen beiden das Bild der See, *vw*, worin das Waſſer ſehr deutlich zu erkennen war. Das Schiff näherte ſich; ſo wie es über den Horizont mehr anſtieg, verſchwand das Bild *C* allmählig, und fehlte zuletzt ganz. Darauf verſchwand das Bild *vw* der See, und das Bild *B* ſtieg herab; doch kam das Schiff nicht hoch genug über dem Horizonte hervor, daſs die beiden Mittelmaſten ſich bis zum Berühren hätten nähern können. Hätte ich das Fernrohr ein wenig eher nach dieſem Punkte gerichtet, ſo würde ich die beiden Bilder geſehen haben, bevor noch irgend etwas vom Schiffe ſelbſt ſichtbar geweſen wäre. In der That war auch jetzt noch das ganze Schiff unter dem Horizonte der See, indem die Maſtſpitze *a* ſo wenig über dem Horizonte hervor ſah, daſs ſie bloſs mittelſt der gewöhnlichen, jetzt gerade ſehr ſtarken Strahlenbrechung ſichtbar ſeyn konnte.

Da die *Klippen von Calais* ſich aufs ſchönſte zeigten, ſo richtete ich das Fernrohr auch auf ſie, und bemerkte über den Klippen ein Bild derſelben, zugleich

mit einem Bilde der See, welches beide trennte, wie Fig. 5 zeigt, wo *xy* den See-Horizont, *AB* die Klippen, *ab* ihr Bild, und *vw* das Bild der See zwiſchen beiden, vorſtellt. Die Höhe der Klippen in *ab* war viel geringer als die in *AB*; doch könnte vielleicht *vw* nicht das Bild des Meers dicht an den Klippen, ſondern einer entfernten Stelle geweſen, und dadurch nur ein Theil des Bildes *ab* bedeckt worden ſeyn. In meinen Bemerkungen finde ich nichts, was hierüber entſcheiden könnte. Daſs inzwiſchen das Bild *ab* aufrecht ſtand, beweiſet das Uebereinſtimmen der obern Grenzen von *AB* und *ab*. Nachdem ich dieſes Schauſpiel einige Zeit betrachtet und abgezeichnet hatte, ohne daſs darin eine Veränderung wäre wahrzunehmen geweſen, drehte ich das Fernrohr weiter, und dann nach ungefähr 6 bis 7 Minuten wieder auf dieſelben Klippen zurück. Die Bilder *ab* und *vw* waren verſchwunden; doch zeigten ſie ſich in einiger Zeit wieder, gerade ſo wie zuerſt, verſchwanden aber kurz darauf, ohne wieder zu erſcheinen.

Bald nachher bemerkte ich ein Schiff *C*, deſſen Rumpf unter dem Horizonte *xy* war. Es ſegelte bei den Klippen *AB* vorbei, und das umgekehrte Bild deſſelben zeigte ſich an den Klippen, wie es Fig. 6 abbildet. Das Schiff blieb in gleicher Tiefe unter dem See-Horizonte, und die Erſcheinung deſſelben änderte ſich nicht, ob ich es gleich ſo lange verfolgte, bis es vor den Klippen vorbei war. Die-

ſe wurden von der Sonne beſchienen, und waren ſehr deutlich, doch ohne Bild darüber.

Nicht lange darauf entdeckte ich an den Klippen zwei Partial-Erhebungen der See *m*, *n*, (Fig. 7,) durch eine ungewöhnliche Refraction bewirkt. Sie veränderten ihre Geſtalt ein wenig, waren überall gleich deutlich, und verſchwanden wieder an dem Orte, wo ſie zuerſt erſchienen.

Auch zeigte ſich um dieſe Zeit ein ſehr dicker *Nebel*, der hinter dem Horizonte herauf ſtieg, ſich mit unglaublicher Geſchwindigkeit am Horizonte fortrollte, und beim Fortziehen ſich kräuſelte, wie zuweilen der Rauch, wenn er aus einem Schornſteine auffſteigt. Dies dauerte einige Zeit lang, und ich ſchlieſse daraus, daſs jenſeits des See-Horizontes ein ſtarker Nebel war.

Die letzte Erſcheinung dieſer Art, die ich wahrnahm, iſt in Fig. 8 abgebildet, wo *xy* den Meeres-Horizont, *a*, *b* zwei partiale Erhebungen der See, die bei *c* zuſammen ſtieſsen und ſich bis *d* fortzogen, und *e* eine zweite ſolche Partial-Erhebung der See bedeuten, dergleichen ich mehrere wahrnahm. Einige derſelben bewegten ſich mit einer ſehr groſsen Geſchwindigkeit dem Horizonte parallel fort, woraus ich ſchlieſse, daſs ſie, wenigſtens zum Theil, durch den Nebel, der hinter dem See-Horizonte herrſchte, bewirkt wurden. Denn ob ich gleich die Bewegung dieſer Bilder und des Nebels nicht zugleich ſah, ſo hatten doch beide gleiche Geſchwin-

digkeit, und bewegten sich nach gleicher Richtung hin.

Ich habe hier nur die verschiedenen durch ungewöhnliche Refractionen bewirkten Erscheinungen, welche ich bemerkt habe, beschrieben. Die mehrsten derselben nahm ich in grosser Menge wahr. Jedes Schiff, jenseits des See-Horizonts, gab Erscheinungen dieser Art, wiewohl nicht in gleichem Grade. Bei zwei Schiffen, die gleich tief, doch an verschiedenen Stellen, unter dem Horizonte standen, fing das umgekehrte Bild des einen nur so eben an zu erscheinen, indess es beim andern fast schon das ganze Schiff darstellte. Doch bemerkte ich immer, dass, wenn das Schiff tiefer unter den Horizont herabstieg, allmählig immer mehr von diesem Bilde zum Vorschein kam, und das Bild zugleich in die Höhe stieg. Das Umgekehrte war bei Schiffen der Fall, die am Horizonte hinaufstiegen, und von denen eins ein vollständiges verkehrtes Bild, ein anderes an einer andern Stelle nur einen Theil dieses Bildes, und ein drittes gar kein solches Bild zeigten. Die Bilder waren im Ganzen aufs schärfste begrenzt, schienen häufig eben so hell und bestimmt als das Schiff selbst, und waren von gleicher Gröfse mit dem Fahrzeuge. Bei Schiffen diesseits des See-Horizonts zeigte sich kein Phänomen dieser Art; auch war auf unsrer Küste kein Nebel, und an den Schiffen in den Dünen und an South Foreland zeigten sich keine ungewöhnlichen Erscheinungen. Die gewöhnliche Refraction war damals ungewöhnlich

ſtark; denn ungeachtet der hohen Fluth ragten doch die Klippen von Calais beträchtlich über die Waſſerſchneide hervor, indeſs man ſie häufig bei hellem Wetter ſelbſt nicht von den Höhen um Ramsgate wahrnimmt. Auch zeigte ſich die franzöſiſche Küſte nach beiden Seiten hin bis zu einer viel gröſsern Weite, als ich das noch je geſehen hatte, beſonders nach Oſten zu, wo überhaupt die gewöhnliche Refraction am ſtärkſten zu ſeyn ſchien.

Während der fünf Wochen, die ich in Ramsgate zubrachte, fuhr ich täglich fort, alle Schiffe, die im Geſichtskreiſe waren, zu betrachten, ohne doch je wieder ähnliche Phänomene, wie die hier beſchriebnen, wahrzunehmen. Von ihnen iſt das von Huddart beobachtete weſentlich verſchieden, da das verkehrte Bild, welches er wahrnahm, unter dem Schiffe, und nicht, wie hier, darüber ſtand. Eine Erſcheinung dieſer Art bemerkte ich am 17ten Auguſt ungefähr um halb vier Uhr Nachmittags, ſo wie ſie in Fig. 9 gezeichnet iſt. *A* iſt das wahre Schiff, *B* das verkehrte Bild deſſelben, und *xy* der See-Horizont. Zwiſchen den beiden Rümpfen zeigten ſich einige ſchwache dunkle Flecken und Striche; doch lieſs ſich nicht erkennen, was ſie eigentlich waren. Das Schiff, von welchem dieſe beiden Bilder herrührten, war damals noch nicht ganz bis über den See-Horizont hinaufgekommen. Indem es ſich dem Horizonte näherte, nahm das verkehrte Bild allmählig ab, und verſchwand ganz, als das Schiff über dem See-Horizonte gänzlich hervortrat.

Es ist uns nun noch übrig, die Ursach so äusserst sonderbarer Erscheinungen zu entwickeln. Der Gang der Lichtstrahlen läßt sich unmittelbar aus dem Phänomene selbst abnehmen; und wir werden berechtigt seyn, auf einen Zustand der Luft zu schliessen, woraus sich dieser ungewöhnliche Weg der Lichtstrahlen, den bekannten Brechungsgesetzen gemäss, herleiten läßt.

Es stelle bz, (Fig. 10,) die Oberfläche der See, ab einen Gegenstand über derselben, und E den Ort des Auges vor. Der Weg der äusersten Lichtstrahlen nach der gewöhnlichen Refraction sey arE, bsE, und Ea', Eb' berührende Linien dieser Curven im Punkte E; so ist $a'b'$, das Bild des Gegenstandes, der gewöhnlichen Refraction gemäss. Vergleichen wir hiermit den in Fig. 4 abgebildeten Fall, so ist $a'b'$ das dortige a; $b''a''$ mag das untere verkehrte Bild B, und $a'''b'''$ das obere aufrechte Bild C bedeuten. Zieht man daher $a''E$, $b''E$ und $b'''E$, $a'''E$, so müssen diese Linien die Richtungen darstellen, unter welchen diejenigen, der aus den Punkten a und b ausfahrenden Lichtstrahlen, welche die Bilder $b''a''$ und $a'''b'''$ erzeugen, ins Auge E kommen. Sie sind mithin Tangenten der krummlinigen Bahn dieser Lichtstrahlen im Punkte E. Diese Bahnen selbst mögen daher durch die krummen Linien anE, amE, bvE, bwE bezeichnet werden, und es kommt nur darauf an, eine Ursach aufzufinden, welche die Luftstrahlen in diese Bahnen bringen kann.

Gesetzt, die brechende Kraft der Luft wäre überall gleich, so würden die Lichtstrahlen nach geraden Linien durch sie durchgehen. Daher hängt die Krümmung im Gange der Lichtstrahlen durch die Atmosphäre von der Veränderung in der brechenden Kraft der Luft ab. Wofern daher die Luftmasse über *arE* ihre brechende Kraft schneller ändert, als die Luft, durch welche der Lichtstrahl *arE* geht; so wird ein Lichtstrahl, der durch jene Luftmasse über *arE* weggeht, stärker als *arE* gekrümmt werden, und es läfst sich hieraus erklären, wie ein Lichtstrahl die krummlinige Bahn *anE* annehmen könne, und wie, wenn sich die brechende Kraft über *anE* noch stärker verändert, ein Lichtstrahl selbst in die Bahn *amE* gebracht werden kann. Dasselbe gilt für die Strahlen *bvE*, *bwE* und deren Abweichung von *bsE*. Die Verschiedenheit in der brechenden Kraft der Luft mag theils von den Veränderungen in der Dichtigkeit, theils von den Veränderungen in der Feuchtigkeit der Luft abhängen, und die Lichtstrahlen leiden beim Durchgange durch die Grenzen des Nebels höchst wahrscheinlich eine beträchtliche Brechung. Dafs aber der Nebel an diesem Phänomen gar grofsen Antheil hatte, das scheint mir die gleichmäfsige Bewegung des Nebels und der Bilder zu bewähren. Wirken alle diese Ursachen zusammen, so können daraus leicht die beschriebenen Phänomene entstehen.*) Sind sie blofs in

*) Sie gehören also zu den besondern Brechungen, die Huddart S. 275 erwähnt. d. M.

der Luftſchicht, durch welche die Strahlen *amE*, *bwE* durchgehen, nicht aber in der Luftmaſſe, durch welche die Strahlen *anE* und *bvE* gehen; ſo erſcheint bloſs ein aufrechtes und kein verkehrtes Bild. Wirken ſie bloſs im letztern aber nicht im erſtern Falle, ſo kommt allein ein verkehrtes Bild zum Vorſchein.

Die ſonderbaren und auſserordentlichen Phänomene, welche ich hier beſchrieben habe, und die man, ſo viel ich weiſs, noch nicht wahrgenommen hatte, können vielleicht dazu dienen, uns in der Kenntniſs der Veränderungen, welche in dem untern Theile des Luftkreiſes vorgehen, weiter zu bringen. Schickte man zur Zeit, wenn ſolche Phänomene ſich ereignen, ein Schiff, mit Barometern, Thermometern und Hygrometern im Raume und auf der Höhe des Maſtes verſehen, in die See, um über den See-Horizont hinaus und wieder zurück zu ſeegeln, und ein Beobachter am Lande, mit gleichen Inſtrumenten verſehen, bemerkte von Zeit zu Zeit ihren Stand und die Lage und Geſtalt der Bilder des Schiffs, ſo könnte das zu nützlichen Entdeckungen über den Zuſtand des Dunſtkreiſes und den Einfluſs deſſelben auf dieſe Inſtrumente führen.

II.

NACHRICHT

von einer merkwürdigen atmosphärischen Refraction,

von

WILL. LATHAM, F. R. S. *)

Ich sas den 26sten Julius 1797 in meinem Speisezimmer zu *Hastings*, welches nahe an der Küste und beinahe nach Süden zu liegt, als das Zuströmen der Menschen nach dem Ufer meine Aufmerksamkeit rege machte. Als ich nach der Ursach frug, hörte ich, dass die französische Küste sich den bloßen Augen zeige. In der That überzeugte ich mich davon am Ufer sogleich selbst. Sogar mit nacktem Auge, ohne Teleskop, konnte ich die Klippen an der französischen Küste wahrnehmen, die, wo sie am nächsten liegt, doch 9 bis 11 deutsche Meilen entfernt ist, und sonst auch mit Hülfe der besten Fernröhre von jenem niedrigen Standpunkte aus nicht zu sehen ist. Sie schienen kaum eine deutsche Meile abzuliegen, und sich einige Seemeilen längs der Küste hinzuziehen.

Ich ging darauf die Küste entlang nach Osten zu, immer hart am Rande des Wassers, und unterhielt mich mit Fischern und Schiffern über dieses Phänomen. Anfangs wollten sie sich nicht von der

*) *Philosoph. Transact.*, for 1798, p. 357—360.

Wirklichkeit der Erscheinung überzeugen; aber bald wurden sie völlig überzeugt, als die Klippen allmählig immer höher stiegen und näher traten, so ganz in ihrer Gestalt, dass sie die einzelnen Plätze, die sie zu besuchen pflegten, erkannten und mir nachwiesen, z. B. die Bay, den alten Kopf, die Windmühle u. s. f. bei *Boulogne*, *St. Vallery*, und andere Plätze an der Küste der Piccardie; Angaben, die sie, als sie durch ihr Fernrohr sahen, bestätigten. Diese Plätze schienen ihnen, wie sie sagten, so nahe zu seyn, als wenn sie aus einer geringen Entfernung in diese Häfen einlaufen wollten.

Nachdem ich diesen Anblick fast eine Stunde lang genossen hatte, während der die Klippen zu einer Zeit deutlicher und näher, zu einer andern schwächer und ferner zu seyn schienen, doch nie aufhörten, sichtbar zu seyn, erstieg ich die östlichen ziemlich hohen Hügel, und hier zeigte sich mir ein herrlicher Anblick. *Dovers* Klippen und die ganze französische Küste von Calais an bis St. Valery, (ja wie einige der Fischer behaupteten, sogar bis nach Dieppe hin,) lag mir vor Augen; und mit dem Teleskop entdeckte man sehr deutlich die französischen Fischerboote, wie sie vor Anker lagen, und auf den Höhen die Häuser und die Farbe des Bodens. Unser Vorgebirge *Dengeness*, welches fast 2 englische Meilen weit in die See vorspringt, und beinahe 3½ deutsche Meile in gerader Linie von Hastings abliegt, zeigte sich, als stünde es dicht daran; eben so die Fischerboote und die Schiffe, welche zwischen bei-

den Plätzen segelten; dabei wurden sie um ein Beträchtliches vergrösert. *)

Diese

*) Die ganze Erscheinung gehört, wie man sieht, zu den ausserordentlichen *Hebungen* weit entlegener Gegenstände, von denen schon Herr Woltmann (*Annal.* III, 408,) gezeigt hat, wie unsichtbare sonst unter dem Horizonte liegende oder bedeckte Gegenstände so erhoben werden können, dass sie hoch über den Horizont hervortreten. Nach H. Woltmann's Bemerkungen (*Ann.* III. 430) sind so starke Hebungen fast immer mit einer Spiegelung der Gegenstände überwärts verknüpft, die zwar, nach dem, was er und Wetterling davon sagen, in den mehresten Fällen sehr undeutlich und leicht zu verkennen ist, aber doch von Vince und Ellicot wahrgenommen wurde, und die auch Latham und den Schiffern, welche er befrug, da sie die Küste und die Schiffe durch Fernröhre betrachteten, wohl schwerlich entgangen wäre, hätte sie dieses Mahl wirklich statt gefunden. Dafür erwähnt Latham einer wirklichen *Vergröserung* dieser Gegenstände, welche Nicholson zwar sehr bezweifelt, von der aber auch Woltmann bei ausserordentlichen Hebungen, und Gruber, wenigstens bei dem umgekehrten Phänomen, der Depression und den Spiegelungen herabwärts, (*Ann.* III, 444,) redet. Sollten etwa Klippen und Auge gerade nur dieses Mahl beide über oder beide zugleich unter der Fläche der grösten Dichtigkeit gelegen haben, in welchem Falle, wie Huddart zeigt, (*Ann.* III, 264,) doppelte Bilder nicht möglich sind? Oder sollte Latham sich getäuscht, und

das

Diese sonderbare Erscheinung dauerte in ihrem höchsten Glanze bis nach acht Uhr, obschon eine

das über den Klippen schwebende verkehrte, mit dem aufrechten zusammenstossende Bild übersehn haben? Das liesse sich wohl bei den Klippen, nicht aber bei den Schiffen denken. Oder sind die starken Hebungen nicht alle gleicher Ursach zuzuschreiben, und giebt es manche mit, manche ohne alle Spiegelung überwärts?

Hier noch ein Beispiel eines ähnlichen Phänomens aus *Grönland*, welches Cranz in seiner *Historie von Grönland*, Aufl. 2, Th. 1, S. 65, erzählt: „Nichts hat mich mehr überrascht, und ist sonderbarer anzusehn, als wenn in heitern, warmen und stillen Sommertagen die von *Godhaab* 2 Meilen westlich entlegnen Inseln (Kookörnen) sich in einer ganz andern Gestalt als in ihrer natürlichen darstellen. Nicht nur sieht man sie, wie durch ein Fernrohr, *weit grösser*, und alle Steine und die mit Eis angefüllten Ritzen so deutlich, als ob man nahe dabei stünde," (offenbar Lahams Phänomen;) „sondern wenn dieses eine Weile gewährt hat, so sehn sie alle wie ein einiges Land aus, und stellen einen Wald, oder eine gespohrne Baumwand vor." (Offenbar eine undeutliche Spiegelung, oberwärts mit senkrechten Streifen nach dem Gegenstande herabwärts, wie sie Ann. III, 430 f., beschrieben wird.) „Darauf sieht man sie allerlei seltsame Figuren, als Schiffe mit Segeln, Wimpeln und Flaggen, alte Bergschlösser mit verfallnen Thürmen, Storchnester, und hundert dergleichen Dinge vorstellen, welche sich in die Höhe oder Weite ziehn, und sodann verschwinden." (Diese Figuren entstehen also höchst wahrscheinlich in dem Zeitpunkte, wenn die ver-

schwarze Wolke eine Zeit lang die Sonne bedeckte; dann erst verschwand sie allmählig. Nach sorgfältigen Erkundigungen, die ich einzog, wusste keiner von den ältesten Einwohnern Hastings, noch von den vielen Fremden, welche den Jahrmarkt, der gerade stand, besuchen, sich ein ähnliches Beispiel einer so mächtigen atmosphärischen Refraction zu entsinnen. Auch in *Winchelsea* und mehrern andern Orten längs der Küste hatte man dieses Phänomen wahrgenommen.

dünnte Luftschicht sich mit der dichtern vermischt und wieder ins Gleichgewicht setzt.) „Die Luft ist dann zwar ganz still und klar, aber doch, wie bei sehr heissem Wetter, mit subtilen Dünsten angefüllt, durch welche, nach meinem Gedanken, wenn sie zwischen dem Auge und den Inseln in einem gehörigen Abstande sich befinden, die Objekte sich wie durch ein convexes Glas weit gröser vorstellen," (vielmehr wegen ähnlicher Gründe wie die, Ann. III, 392) „und gemeiniglich folgt ein Paar Stunden darauf ein sanfter West-Wind mit einem sichtbaren Nebel, da denn dieses Naturspiel gleich ein Ende hat. Etwas ähnliches", fügt Cranz hinzu, „habe ich bei *Bern* und *Neufchatel* an den einige Stunden südlicher liegenden Gletschern beobachtet. Wenn sie sich näher, deutlicher und gröser als gewöhnlich vorstellen, so rechnet der Landmann auf einen baldigen Regen, der sich auch gemeiniglich den folgenden Tag einstellt. Und die Tatarn an der Mündung des Jenisei in *Sibirien* halten es für einen Vorboten des Sturms, wenn die Inseln gröser scheinen. (Gmelins Reise, Th. 3, S. 129.)" *d. H.*

Beiliegendem getreuen Journale des Thermometer-Standes zu Folge war dieſer Tag auſserordentlich heifs. *) Ein Barometer hatte ich nicht bei der Hand. Die Fluth trat, ſo wie ich mich beſinne, zu Haſtings ungefähr um 2 Uhr Nachmittags ein. Dieſer Tag ſowohl, als die drei vorhergehenden waren auſserordentlich ſchön und heiter, und nicht ein Lufthauch den ganzen Tag über zu merken. Aber die ſchmalen Wimpel auf den Maſten der Fiſcherbote, die im Hafen lagen, zeigten am Morgen auf alle Striche der Windroſe.

*) „Vom 8ten bis zum 19ten Jun. war, mit Ausſchluſs eines wolkigen und eines ſtürmiſchen Tages, das Wetter beſtändig ſchön und heiter; der Wind war im ganzen Süd West und West und das Fahrenh. Thermometer ſtand um 10 Uhr Morgens auf 62° bis 76°.“

		Thermometerſt. um 10 Uhr M.	
den 20ſten	Regen, Wind	67°	S. W. Wind
21 —	ſchön, Wind	65°	S. W.
22 —	Regen	61°	S.
23. 24. 25	ſchön	66°	S. dann S. W.
26	ſchön, vollk ſtill, um 5 Uhr Abends	60°	S. W.
27	ſchön	76°	S. W.
28	ſchön	72°	S. W.
29	ſchön	70°	S.
30	Regen	72°	O.
		70°	S. W.

III.

MECHANISCHE UNTERSUCHUNGEN *über die Schwingungszeit der Unruhe in Taschenuhren und in* MUDGE'S *Zeithaltern,*

von

GEORGE ATWOOD, Esq. F. R. S.*)

Instrumente, um die Zeit mittelst oscillirender Bewegungen zu messen, sind schon zu Anfang des sechzehnten Jahrhunderts erfunden worden. Anfangs bediente man sich dazu, (sowohl in Thurm- als in Taschenuhren,) allgemein der Unruhe, (*balance*,) und erst im Jahre 1657 wurde durch Huyghens der Pendel mit Uhrwerken verbunden. In den ältesten Uhren, von denen man noch jetzt einige besitzt,

*) Ausgezogen aus den *Philosoph. Transact.* for 1794, pag. 119—168; und dabei in der Form der Rechnungen geändert vom Herausgeber. Leser, welche diese Materie und die sinnreiche Einrichtung der Mudgischen Hemmung interessirt, ohne dass sie vielleicht dem Calcul gehörig folgen könnten, mögen die mathematischen Sätze und die Anmerkungen überschlagen, (in die ich die mathematischen Entwickelungen grösstentheils versetzt habe,) oder die Formeln des Textes als historische Data nehmen, so wird auch für sie diese Abhandlung vielleicht verständlich und genügend seyn.

d. H.

schwingt die Unruhe allein durch den Stofs der Räder, ohne allen Regulator, hin und her. Der Anstofs des Rades treibt sie nach einer Richtung fort, bis ein zweiter Stofs von entgegengesetzter Richtung sie hemmt und zurückwirft, wobei ihr Lauf hin und her sehr ungleich und unregelmäfsig werden mufste.

Des Dr. Hooke's scharfsinnige Erfindung, eine elastische Stahlfeder mit der Unruhe in Verbindung zu bringen, half dieser Unvollkommenheit gröfstentheils ab. Sie wirkt auf die Unruhe fast eben so, wie die Schwere auf den Pendel. Beide helfen den Unregelmäfsigkeiten im Stofse und im Widerstande nach, die ohnedies die Gleichzeitigkeit der Schwingungen gar sehr stören würden. Seitdem ist die Einrichtung der Taschenuhren, besonders durch englische Künstler, noch sehr verbessert worden, und bis zu einem Grade von Vollkommenheit gediehen, den wir in den neuesten *Taschenuhren* und in den zur Geographie, Schifffahrt und Astronomie unentbehrlichen *Zeithaltern* mit Recht bewundern.

Die Grundsätze, wonach die *Zeithalter* gebauet sind, eröffnen ein Feld interessanter theoretischer Untersuchungen. Es ist schon an sich ergötzend, das Spiel einer Maschine, in welcher der Einfluss der Friction und andrer unregelmäfsiger Kräfte fast ganz aufgehoben ist, mit den allgemeinen Gesetzen der Bewegung zu vergleichen; und das Interesse wächst, wenn diese Untersuchung praktische Vortheile verspricht. — In den Zeithaltern wird alles Unregelmäfsige beim Stofse und Widerstande nicht

blofs durch die Genauigkeit, womit jeder Theil des Werks gearbeitet ift, möglichft vermieden, fondern auch durch die erhaltende, gleichförmig wirkende Kraft der das Werk treibenden Hauptfeder verbeffert. Denn was die Unruhe durch irgend einen Widerftand an Bewegung verliert, wird ihr durch diefe erhaltende Kraft wieder erfetzt, fo dafs fie, fo genau es nur immer möglich ift, ftets Bogen von gleicher Länge durchfchwingt.

Der wahre und eigentliche Zeitmeffer in diefen Maſchinen ift die Unruhe; alle übrige Theile dienen blofs, die Bewegung derfelben fortzupflanzen, und die Zeit, wie fie durch die Schwingungen der Unruhe gemeffen wird, anzuzeigen. Die Regelmäfsigkeit eines Zeithalters hängt daher von der Gleichzeitigkeit in den Schwingungen der Unruhe ab, und diefe Schwingungszeit den Bedingungen, von denen fie abhängt, gemäfs zu beftimmen, ift der Gegenftand der folgenden Unterfuchung.

Unruhen mit einer Stahlfeder.

Es fey *PMNS*, (Taf. III, Fig. 1,) der Umfang der Unruhe, welche durch die Kraft in Schwingungen gefetzt wird, die eine elaftifche Spiral- oder Schneckenfeder, (*fpiral or helical fpring*,) denn beides ift für diefe Unterfuchung einerlei, auf eine Spindel, welche durch den Mittelpunkt *C* der Unruhe geht, ausübt. Ihre Bewegung werde auf den feften Kreis *ODBE* bezogen, den man fich mit dem Umfange der Unruhe fich deckend vorftellen mufs,

und der nur der gröfsern Deutlichkeit halber in einiger Entfernung von der Unruhe gezeichnet ist. Durch die Lage des Halbmeſſers *CA* läſst sich die jedesmahlige Lage der Unruhe und ihre ganze Bewegung beſtimmen, daher wir im Folgenden nur auf dieſen zu ſehn brauchen. Dieſer Halbmeſſer ſtehe im Falle der Ruhe auf *O*, ſo iſt *O* der *Punkt der Ruhe* für die ſich ſchwingende Unruhe und für die Stahlfeder, die dann in ihrer natürlichen Lage iſt, und folglich keine Kraft auf Spindel und Unruhe ausübt. Wird dagegen die Unruhe, und mithin auch die Spiralfeder, um den Winkel *OCB* gedreht, ſo ſucht dieſe vermöge ihrer Elaſticität die vorige Lage wieder anzunehmen, und treibt folglich, wenn ſie ungeſtört wirken kann, die Unruhe mit beſchleunigter Bewegung durch den Bogen *BO* zurück. In *O* hört ihre beſchleunigende Kraft auf, und wirkt weiterhin der Bewegung der Unruhe, (welche mit der erlangten Geſchwindigkeit über *O* hinaus zu ſchwingen ſucht,) entgegen, daher dieſe dann den Bogen *OE* mit retardirter Bewegung durchläuft.

Ich ſetze voraus, daſs die Kraft der Elaſticität in der Spiralfeder zu entgegengeſetzten Seiten des Ruhepunkts *O*, in Punkten, die gleich weit von demſelben abſtehn, gleich iſt; und daſs die Wirkung der Friction und anderer Unregelmäſsigkeiten, welche die Unruhe zu retardiren ſtreben, durch die erhaltende Kraft der Hauptfeder compenſirt werden, ſo daſs die Zeit des beſchleunigten,

Schwunges von *B* bis *O* dem des retardirten von *O* bis *E* völlig gleich ist, mithin der Punkt *O* den ganzen Schwingungsbogen *BOE* halbire. Ist das der Fall, so hängt die Schwingungszeit der Unruhe noch von folgenden Gröfsen ab, die gegeben seyn müssen, wenn man diese Schwingungszeit aus theoretischen Gründen bestimmen will.

1. Die *Kraft der elastischen Stahlfeder*, für jeden gegebenen Winkel *OCD*, um den die Unruhe gedreht ist, und das *Gesetz*, wonach sie von einem Punkte *B* an die Unruhe bis zum Ruhepunkte *O* beschleunigt.

2. Das *Gewicht*, (die Masse,) der Unruhe und der Theile, welche zugleich mit ihr schwingen.

3. Der *Halbmesser CO* der Unruhe, und der Abstand *CG*, des *Mittelpunkts des Schwunges G*, von der Achse der Bewegung *C*.

4. Die *Länge* des halben Schwingungsbogens *BO*.

Die Achse der Unruhe stehe horizontal, mithin die Spiralfeder und die Unruhe in einer Vertical-Ebene. An einem Faden, der um den Umfang der Unruhe geschlagen ist, hänge das Gewicht *P*, (Fig. 2,) frei herab, und in dieser Lage sey die Unruhe um den Winkel *OCD* vom Ruhepunkte ab gedreht. Im Falle der Ruhe und des Gleichgewichts ist dann das Gewicht *P* der Kraft der elastischen Stahlfeder im Punkte *D*, d. h., wenn die Unruhe um den Bogen *OD* gedreht ist, gleich. — Aus vielen solchen Versuchen hat man gefunden, dafs die *Kraft der elastischen Stahlfeder* sehr nahe dem

Bogen oder Winkeln *OG*, *OH*, *OI* proportional ist, um welche die Unruhe vom Ruhepunkte abgedreht ist,*) und dass Gestalt, Länge und Anzahl der Windungen sich bei einer elastischen Stahlfeder allemahl so gegen einander abwägen lassen, dass ihre Kraft genau den Drehungswinkeln der Unruhe, (oder, wie man das auch auszudrücken pflegt, den Spannungen der Feder,) proportional ist, wenigstens so weit sich das durch solche Versuche bestimmen läßt. Ich lege daher bei den folgenden Untersuchungen dieses als *das Gesetz für die Kraft der Elasticität* unserer Stahlfeder zum Grunde. **)

Der *Mittelpunkt des Schwunges* läßt sich bei einem regelmäßigen Körper, den Lehrsätzen der Mechanik gemäß, ohne Schwierigkeit bestimmen. Man findet seinen Abstand von der Achse der Schwingung, wenn man die Summe aller Momente der Trägheit durch das Gewicht des Körpers dividirt und daraus die Quadratwurzel zieht. Bei ei-

*) Berthoud *Traité des Horloges marines*, p. 49.

**) Das ist also dasselbe Gesetz, welches bei dem Coulombschen und Cavendishschen Windungs-Apparate für den gewundenen Draht, (*Ann.*, II, 27,) und beim Pendel für unendlich kleine Schwingungsbogen gilt, wodurch sich diese Untersuchung aufs schönste an die Lehre vom Pendel und die *Cavendishsche* Abhandlung, *Ann.*, II, 1, anschließt. Bemerkungen über die Gültigkeit dieses Gesetzes und den davon abhängigen Isochronismus der Schwingungen, findet man weiter unten S. 16. d. H.

der unregelmäfsigen Geftalt des fchwingenden Körpers kann man fich mit Verfuchen helfen, durch die man den Schwerpunkt und daraus den Mittelpunkt der Schwingung findet. *)

Es fey der Halbmeffer der Unruhe CA oder $CO = r$; der halbe Schwingungsbogen $BO = b$; der Bogen $OD = a$; die Kraft, womit die elaftifche Stahlfeder auf einen Punkt im Umfange der Unruhe, wenn fie um OD gedreht ift, wirkt, $= P$; das Gewicht der Unruhe und der mit ihr fchwingenden Theile $= M$; und der Abftand des Mittelpunkts des Schwunges von der Achfe der Bewegung, $CG = e$. Alsdann ift die Kraft, welche dazu gehört, das Beharrungsvermögen der Unruhe zu überwinden und die Maffe derfelben in Bewegung zu fetzen, auf den Umfang der Unruhe reducirt, gleich $\frac{Me^2}{r^2}$; und daher die Kraft, welche die Unruhe an ihrem Umfange befchleunigt, wenn fie von dem Punkte der Ruhe an, durch den Winkel OCD gedreht ift, $\frac{P \cdot r^2}{M \cdot e^2}$. **) Diefe beftändige

*) S. *Treatife on the rectilinear motion and rotation of Bodies*, p. 226 and 301.

**) Denn da die Schwingungen fo vor fich gehen, als wäre die ganze Maffe M eines Körpers im Mittelpunkte des Schwunges vereinigt, und das Uebrige ohne Schwere; fo ift das Beharrungsvermögen einer Kraft M proportional, welche in der Entfernung g

und unveränderliche Kraft wollen wir mit F bezeichnen; so ist $F = \frac{P \cdot r^2}{M \cdot e^2}$. Da nun die beschleunigenden Kräfte den Bogen proportional sind, um welche die Unruhe vom Ruhepunkte O ab gedreht ist; so beträgt die *beschleunigende Kraft* für jeden Bogen $OH = x$, um welchen die Unruhe vom Ruhepunkte ab gedreht wird, $\frac{Fx}{a}$, und daher die Geschwindigkeit, welche durch diese veränderliche Kraft beim Zurückschwingen durch den Bogen BH von H nach O zu erzeugt wird, $\sqrt{\frac{2gF \cdot (b^2 - x^2)}{a}}$;*) eine *Geschwindigkeit*, welche

von der Achse der Drehung wirkte. Diese Kraft auf die Entfernung r von der Achse der Drehung reducirt, ist gleich $\frac{M \cdot e^2}{r^2}$, (*Ann.*, II, 40, Anm.:) und da bei einer gegebenen bewegenden Kraft P, die Beschleunigung desto geringer wird, je grösser die zu bewegende Masse ist; so ist die Beschleunigung im Punkte D gleich $P : \frac{Me^2}{re^2}$. *d. H.*

*) In dem nächsten unendlich kleinen Zeittheilchen dt nimmt, wenn die Unruhe von B nach O zu, das heisst, der beschleunigenden Kraft $\frac{Fx}{a}$ gemäss, schwingt, der Bogen $OH = x$ um dx ab, oder um $-dx$ zu. Da nun für alle ungleichförmige Bewegungen, (wenn s, v, p die zusammengehörigen Räume, Geschwindigkeiten und beschleu-

die *Unruhe*, sowohl beim Zurück- als auch beim Hinschwingen, hat, wenn der Index *CA* im Punkte *H* anlangt. Setzt man folglich, dass die Unruhe τ Sekunden Zeit braucht, um den Bogen *BH* zu durchschwingen, und dass die halbe Schwingungszeit von *B* bis *O*, t Sekunden betrage, so ist $\tau = \sqrt{\frac{a}{2gF}} \times Arc.\ Cos.\ \frac{x}{b}$; *) und die *halbe Schwingungszeit der Unruhe*, welche auf den Schwung durch den Bogen *BO*, sowohl hin als zu-

nigenden Kräfte sind, und $\frac{a}{b}$ die Fallhöhe eines von der Kraft der Schwere, als Krafteinheit beschleunigten Körpers während der ersten Sekunde bedeutet,) $vdv = 2pgds$ ist, so muss in unserm Falle $vdv = 2 \cdot \frac{Fx}{a} \cdot g \cdot \frac{b}{b} dx$, oder $vdv = -\frac{Fg}{a} \cdot 2xdx$, mithin integrirt, $v^2 = Const. - \frac{2Fg}{a} \cdot x^2$ seyn. Nun gehört zum Bogen $OB = b$ die Geschwindigkeit o. Folglich ist $o = Const. - \frac{Fb^2}{2a}$, also $Const. = \frac{Fb^2}{2a}$ und $v^2 = \frac{2Fg \cdot (b^2 - x^2)}{a}$ oder die Geschwindigkeit $v = \sqrt{\frac{2gF(b^2 - x^2)}{a}}$. *d. H.*

*) Das $\times$ zwischen den beiden Faktoren dieser Formel soll anzeigen, dass das Wurzelzeichen blos auf den ersten Faktor, nicht auf den zweiten zu

rück, vergeht, das ist, $t = \sqrt{\frac{\pi^2 a}{8 . g . F}}$, wenn π die Zahl Ludolphs von Cölln, 3,1415 etc., und g die Höhe bedeutet, welche ein Körper, von der Schwere getrieben, durch freien Fall im luftleeren Raume, in der ersten Sekunde durchfällt, folglich $g = 193$ englische Zoll ist. *)

Gesetzt, der Bogen a, der in dieser Formel in Theilen des Halbmessers r der Unruhe, (als Ein-

beziehn ist. Geht es auf mehrere Faktoren, so verbinde ich diese durch einen Punkt. d. H.

*) Da für jede ungleichförmige Bewegung $v = \frac{ds}{dt}$, mithin $dt = \frac{ds}{v}$ ist; für die Unruhe aber das Differential des Weges $= dx$, das Differential der Zeit $= d\tau$, und die Geschwindigkeit im Punkte $H = \sqrt{\frac{2gF}{a}} . \sqrt{(b^2 - x^2)}$ ist; so folgt daraus $d\tau = \sqrt{\frac{a}{2gF}} \times \frac{-dx}{\sqrt{(b^2 - x^2)}}$, und dieses integrirt, giebt $\tau = \sqrt{\frac{a}{2gF}} \times Arcus\ Cosinus\ \frac{x}{b}$, indem für $x = b$, $\tau = 0$, mithin auch $Const. = 0$ ist. Für den halben Schwingungsbogen BO ist $x = 0$, folglich $\frac{x}{b} = 0$ und $Arcus\ Cosinus\ \frac{x}{b} = \frac{1}{2}\pi$ oder gleich dem Quadranten, daher die halbe Schwingungszeit $t = \sqrt{\frac{a}{2gF}} \times \frac{1}{2}\pi$ oder $\sqrt{\frac{\pi^2 a}{8gF}}$ Sekunden beträgt. d. H.

kunde mittlerer Zeit beträgt. Für alle solche Uhren ist folglich *die Kraft F*, welche den Umfang der Unruhe beschleunigt, wenn die Unruhe um c^0 vom Punkte der Unruhe abgedreht wird, $= 2{,}008178\mathfrak{52} \cdot r \cdot \frac{c^0}{180^0}$, und die *beschleunigende Kraft bei einem Drehungswinkel von* 90^0 $= 1{,}00408926 \cdot r$, im Vergleiche nämlich mit der Schwere, (zu der die Fallhöhe $g = 193$ englischen Zollen gehört,) als Krafteinheit. Hat folglich die Unruhe einer solchen Uhr 1 Zoll im Halbmesser, so wird sie bei einem Drehungswinkel von 90^0 von einer Kraft beschleunigt, die 1,00408926 von der Schwerkraft ist.

In den Formeln für die halbe Schwingungszeit der Unruhe kommt die Gröfse des halben Schwingungsbogens $b = BO$ nicht mit vor. Diese hat also gar keinen Einfluss auf die Schwingungszeit, und die Unruhe mag durch grosse oder kleine Bogen schwingen, immer ist ihre Schwingungszeit dieselbe. Dieser *Isochronismus* findet aber nur dann statt, wenn die beschleunigende Kraft der Stahlfeder den Drehungswinkeln genau proportional ist. Ist dieses nicht in völliger Strenge der Fall, so gehören zu gröfsern und kleinern Schwingungsbogen ungleiche Schwingungszeiten, und die daraus entspringende tägliche Veränderung im Gange eines Zeithalters ist schon merklich, wenn gleich das Gesetz der beschleunigenden Kraft nur höchst wenig, z. B. um 0,001, von dem Angenommenen abweicht. Denn

ist

ist die beschleunigende Kraft nicht den Windungswinkeln, (das heifst, den ersten Potenzen derselben,) sondern z. B. der 0,999sten Potenz der Drehungswinkel proportional; so wird das, falls der halbe Schwingungsbogen der Unruhe von 135° bis auf 127° abnimmt, eine Veränderung im täglichen Gange der Uhr von + 2″,62 geben. *) Und doch sind die

*) Sind die beschleunigenden Kräfte den $n$ten Potenzen der Drehungswinkel proportional, mithin $= \frac{F \cdot x^n}{a^n}$, so erhält man, (diesen Werth statt p in die Formel $v\,dv = 2pg\,dx$ gesetzt,) auf dieselbe Art, wie vorhin, die Geschwindigkeit der Unruhe, wenn sie beim Zurückschwingen von B in H anlangt, $v = \sqrt{\frac{4Fg \cdot \left(b^{n+1} - x^{n+1}\right)}{(n+1)\,a^n}}$, und die Zeit der halben Schwingung $t = \sqrt{\frac{(n+1)\,a^n}{4Fg}} \cdot \int \frac{-dx}{\sqrt{\left(b^{n+1} - x^{n+1}\right)}}$, wenn man nämlich den Werth nimmt, der diesem Integral zukommt, falls x von b bis o abnimmt. Für einen andern halben Schwingungsbogen c, würde die Zeit einer halben Schwingung betragen, $t' = \sqrt{\frac{(n+1)\,a^n}{4Fg}} \cdot \int \frac{-dx}{\sqrt{\left(b^{n+1} - x^{n+1}\right)}}$, wenn man den Werth dieses Integrals, falls x von c bis o abgenommen hat, nimmt. Also verhalten sich die beiden Schwingungszeiten $t : t' = \frac{1}{b^{\frac{n+1}{2}}}$

Gewichte, mittelst derer man das Gesetz für die Zunahme der Kraft der elastischen Stahlfeder durch

$$\int \frac{-dx}{\sqrt{\left(1-\left(\frac{x}{b}\right)^{n+1}\right)}} : \frac{1}{c^{\frac{n+1}{2}}}$$

$$\int \frac{-dx}{\sqrt{\left(1-\left(\frac{x}{c}\right)^{n+1}\right)}}$$, unter jener Bedingung; oder da unter ihr die zweite Integralgröse aus der ersten entsteht, wenn man in ihr statt x, $\frac{bx}{c}$ setzt, beide sich folglich wie $\frac{bx}{c} : x$ oder wie $b : c$ verhalten; so ist das Verhältniss $t : t' = \frac{b}{b^{\frac{n+1}{2}}} : \frac{c}{c^{\frac{n+1}{2}}}$, oder $= b^{\frac{1-n}{2}} : c^{\frac{1-n}{2}}$ oder $= 1 : \left(\frac{c}{b}\right)^{\frac{1-n}{2}}$. Nimmt daher der Schwingungsbogen einer nach mittlerer Zeit ajustirten Uhr von b bis c ab, so wächst die Schwingungszeit in 24 Stunden nach dem umgekehrten Verhältnisse, oder um $24 \cdot \left(\left(\frac{b}{c}\right)^{\frac{1-n}{2}} - 1\right)$ Stunden. Je nachdem in dieser Formel $n = 1$, oder kleiner oder gröser als 1 ist, das heisst, je nachdem die beschleunigende Kraft der Stahlfeder in demselben Verhältnisse als die Drehungswinkel der Unruhe, oder in einem kleinern oder grössern Verhältnisse wachsen, leidet folglich der Gang der Uhr bei abnehmendem Schwingungsbogen gar keine Verände-

Verſuche beſtimmen kann, (wie die folgende Tabelle ausweiſt,) in beiden Fällen ſo wenig von einander verſchieden, daſs man leicht einſieht, wie viel daran fehlt, daſs ſich dieſes Geſetz durch ſolche Verſuche hinlänglich genau beſtimmen lieſse.

rung, oder wird beſchleunigt, oder retardirt. Umgekehrt kann man, indem man den Gang eines Zeithalters und die Gröſse des Schwingungsbogens ſeiner Unruhe beobachtet, aus den zuſammengehörigen Veränderungen beider, darauf zurück ſchlieſſen, ob die Elaſticität der Stahlfeder genau den Drehungswinkeln proportional iſt, oder ob ſie in einem gröſsern oder kleinern Verhältniſſe als dieſe zunimmt. — Der halbe Schwingungsbogen einer nach mittlerer Zeit ajuſtirten Taſchenuhr betrage z. B. $135° = b$, nehme um $8°$, d. i. bis $127° = c$ ab; ſo entſteht, wenn die Elaſticität der Stahlfeder den 0,999 Potenzen der Drehungswinkel proportional, $n = 0{,}999$ iſt, eine Veränderung im täglichen Gange der Uhr von $24 \cdot \left(\left(\frac{135}{127}\right)^{\frac{1}{2000}} - 1\right)$ Stunden, $= 2'',62$.

Wenn die Stahlfeder um 90° durch ein angehängtes Gewicht von 9 Gran gedreht wird, so gehört

zu einem Drehungswinkel x	falls die Kraft der Feder proportional ist 1. den Drehungswinkeln, oder gleich		2. den 0,999 Potenzen des Drehungswinkels, oder gleich	
von	$9 \cdot \left(\frac{x}{90}\right)$	Gran	$9 \cdot \left(\frac{x}{90}\right)^{0,999}$	Gran *)
10°	1	—	1,002199	—
20°	2	—	2,003010	—
30°	3	—	3,003298	—
40°	4	—	4,003245	—
50°	5	—	5,002940	—
60°	6	—	6,002433	—
70°	7	—	7,001759	—
80°	8	—	8,000942	—
90°	9	—	9,000000	—

Die Abweichung im täglichen Gange der Uhr, in so fern sie von dieser Ursach abhängt, kann wahrscheinlich bis auf 20 oder 30″ steigen, ohne dafs die Unterschiede in den Gewichten merklich genug würden, dafs man sie in den Versuchen gewahr werden könnte. Man kann daher nicht verlangen, das *Gesetz für die Kraft der Stahlfeder* durch solche Versuche zu bestimmen. Am besten, man nimmt es für alle theoretische Untersuchungen so an, wie es der wahre Isochronismus der Unruhe fordert, das heifst, dafs die Elasticität genau

*) $9 \cdot \left(\frac{x}{90}\right)^{0,999} - 9 \cdot \frac{x}{90}$ ist ein *Maximum* für $x = 90° \cdot 0,999^{1000}$, das ist, für $x = 33° 5' 33''.6$

den Drehungswinkeln proportional ist, und fügt dann für jede Stahlfeder, auf die man die Theorie anwenden will, eine Correction hinzu, so gut sie sich finden läßt, welches um so nöthiger ist, da manche Stahlfedern eine gröfsere, andere eine kleinere Elasticität als nach dieser Annahme haben, es auch keine bessere allgemeine Annahme giebt.

Unruhen mit mehrern Stahlfedern.

Bis hierher haben wir die Schwingungen einer Unruhe, die nur von Einer Stahlfeder getrieben wird, untersucht. Man hat aber auch Uhren, worin die *Unruhe unmittelbar von zwei und mehrern elastischen Stahlfedern bewegt wird.* Aelterer Beispiele zu geschweigen, so hat in unsern Tagen der berühmte Uhrmacher Mudge eine neue und sehr sinnreiche Einrichtung erfunden, um die Wirkung mehrerer Stahlfedern so zu vereinigen, dafs sie die Unruhe abwechselnd in jedem der halben Schwingungsbogen treiben. Ich dehne meine Untersuchung über diesen Fall hier um so lieber aus, da sie uns Gelegenheit geben wird, einige etwas versteckte Umstände bei der Wirkung der Stahlfedern auf die Schwingungen der Unruhe aufzuhellen.

Zwei Stahlfedern mögen so an der Unruhe angebracht seyn, dafs sie von beiden *nach einerlei Richtung* getrieben wird. Fällt der Punkt der Ruhe für beide Federn einzeln genommen zusammen, so wirken beide, ihre Stärke sey auch noch so verschieden, gerade so auf die Unruhe, als eine ein-

zige Stahlfeder, die so stark als beide zusammengenommen ist, vorausgesetzt, dass für beide ein gleiches Gesetz der Elasticität gilt. Fällt aber der Punkt der Ruhe für beide nicht zusammen, so ist die Bewegung anders, und muss besonders untersucht werden.

Es sey der Punkt der Ruhe für die stärkste Feder an der Unruhe, welche ich im Folgenden die *Unruhfeder* nennen will, in O, (Fig. 3,) und für die schwächere Feder, welche ich, zum Unterschiede, die *Hülfsfeder* nenne, in Q. Ferner sey der halbe Schwingungsbogen $OB = b$; $QB = c$; $QO = d = b - c$; und der Bogen $OD = Qd = a$; das Gewicht, welches nöthig ist, die Unruhfeder allein um diesen Bogen zu drehen, mithin die beschleunigende Kraft der um diesen Bogen gedrehten Unruhfeder $= f$, und die Kraft der Hülfsfeder, wenn sie um einen eben so grossen Bogen Qd gedreht wird, fn, so dass ihre Kraft dann der $n$te Theil von der der Unruhfeder sey. Ist nun die Unruhe von ihrem Ruhepunkte durch die vereinte Wirkung beider Federn um den Bogen BH gedreht worden, den wir mit x bezeichnen wollen; so ist $OH = b - x$ und $QH = c - x$, und daher die beschleunigende Kraft der Unruhfeder $\frac{f.(b-x)}{a}$, die der Hülfsfeder $\frac{fn.(c-x)}{a}$, folglich die vereinte Kraft beider Federn $\frac{f}{a}.(b - x + cn - nx)$, und daher die Schwin-

gungszeit auf dem Bogen von B bis $Q = \sqrt{\frac{2a}{(n+1)fg}}$ $\times$ *Arcus Sinus* $\sqrt{\frac{(n+1)c}{2(b+nc)}}$ *)

In dem Falle, auf welchen wir unsre Berechnung anwenden wollen, hört die Hülfsfeder gänzlich auf, weiter auf die Unruhe zu wirken, so bald diese den Bogen BQ zurückgelegt hat, und von Q nach O wird die Unruhe allein durch die Unruhfeder beschleunigt. Daher ist *die Zeit des Schwunges*

*) Der mechanischen Formel $v\,dv = 2pg\,ds$ gemäss, ist dann $v\,dv = 2 \cdot \frac{f}{a} \cdot (b + cn - (1+n)x) \cdot g \cdot dx$, indem, wenn $BH = x$ ist, dx positiv bleibt. Dieses integrirt giebt $v^2 = \frac{2fg}{a}(2(b+cn)x - (1+n)x^2)$, da für $x = 0$ auch $v = 0$, und daher *Const.* $= 0$ ist. Dadurch ist die *Geschwindigkeit* der Unruhe im Punkte H bestimmt, und aus dieser folgt, nach der mechanischen Formel, $dt = \frac{ds}{v}$, $d\tau = \sqrt{\frac{a}{2fg}} \cdot \frac{dx}{\sqrt{(2(b+cn)x - (1+n)x^2)}}$. Dieses integrirt giebt für die *Schwingungszeit* τ von B bis H, $\tau = \sqrt{\frac{2a}{(1+n)fg}} \times$ *Arcus Sinus* $\sqrt{\frac{(n+1)x}{2(b+nc)}}$. Setzt man darin $x = c$, so erhält man die Schwingungszeit von B bis $Q = \sqrt{\frac{2a}{(1+n)fg}} \times$ *Arcus Sin.* $\sqrt{\frac{(n+1)c}{2(b+nc)}}$.

auf dem Bogen $BO = \sqrt{\frac{2a}{(n+1)fg}} \times$ *Arcus Sinus* $\sqrt{\frac{(n+1)c}{2(b+nc)}} + \sqrt{\frac{a}{2fg}} \times$ *Arc. Sin.* $\frac{d}{\sqrt{(b^2+nc^2)}}$.*)

Liegt dagegen der Ruhepunkt der Hülfsfeder, Q, nicht in der erſten, ſondern in der zweiten Hälfte des Schwingungsbogens der Unruhfeder, BO, wie in Fig. 4, ſo daſs $BQ = c$ gröſser als $BO = b$ iſt; ſo findet man völlig auf demſelben Wege die *Zeit der Schwingung von B bis O* $= \sqrt{\frac{2a}{(n+1)fg}} \times$ *Arcus Sinus* $\sqrt{\frac{(n+1)b}{2(b+nc)}}$.

*) Aus der vorigen Anmerkung folgt, daſs die Unruhe im Punkte Q eine Geſchwindigkeit $= \sqrt{\frac{2fg(2bc-c^2+nc^2)}{a}}$ hat. Es ſey $OR = z$, ſo iſt die beſchleunigende Kraft der Unruhfeder in R gleich $\frac{fz}{a}$, folglich $v\,dv = -2 \cdot \frac{fzg}{a} \cdot -dz$. Dieſes integrirt, giebt, wie oben, $v^2 = Conſt. - \frac{2fgz^2}{a}$, und da man für $z = d$ die Geſchwindigkeit erhalten muſs, welche die Unruhe im Punkte Q hat, ſo iſt $-\frac{2fg}{a}(2bc - c^2 + nc^2) = Conſt. - \frac{2fgd^2}{a}$, folglich $Conſt. = \frac{2fg}{a}(d^2 + 2bc - c^2 + nc^2)$, oder, da $d = b - c$ iſt, $Conſt. = \frac{2fg}{a}(b^2 + nc^2)$,

Da in beiden Fällen die Hülfsfeder nur von R bis Q auf die Unruhe wirkt, sie folglich auf dem

und also $v = \sqrt{\frac{2fg}{a}} \cdot (b^2 + nc^2 - z^2)$. Dieser Werth in der Formel $dt = \frac{ds}{v}$ gesetzt, giebt für die Zeit der Schwingung τ' von Q bis R, $d\tau' = \sqrt{\frac{a}{2fg}} \times \frac{-dz}{\sqrt{(b^2 + nc^2 - z^2)}}$, folglich $\tau' = \sqrt{\frac{a}{2fg}} \times \textit{Arcus Cosinus} \frac{z}{\sqrt{(b^2 + nc^2)}} + \textit{Const.}$, und da für $s = d$, $\tau' = 0$ seyn muss, $\textit{Const.} = -\sqrt{\frac{a}{2fg}} \times \textit{Arcus Cosinus} \frac{d}{\sqrt{(b^2 + nc^2)}}$. Also ist die Schwingungszeit auf dem ganzen Bogen QO, für welchen $s = 0$ ist, $= \sqrt{\frac{a}{2fg}} \times \left(\frac{1}{2}\pi - \textit{Arcus Cosinus} \frac{d}{\sqrt{(b^2 + nc^2)}} \right) = \sqrt{\frac{a}{2fg}} \times \textit{Arc. Sin.} \frac{d}{\sqrt{(b^2 + nc^2)}}$. Und daraus folgt die Aufgabe des Textes. Setzt man darin $n = 0$, so erhält man die obige Formel für eine einzige Feder, indem dann die Schwingungszeit wird: $\sqrt{\frac{a}{2fg}} \times (2\ \textit{Arcus Sinus} \sqrt{\frac{c}{2b}} + \textit{Arcus Sinus} \frac{d}{b})$, und, da $c = d - b$ ist, diese beiden Bogen zusammengenommen gerade $\frac{1}{2}\pi$ sind. Dieselbe Formel folgt aus der allgemeinen hier entwickelten, wenn man darin $BQ = c = 0$ setzt, da dann die Hülfsfeder gar nicht, sondern allein die Unruhfeder wirkt. Dann wird der erste Theil

Bogen OE nicht eben so retardirt, wie sie sie auf dem Bogen BO beschleunigt hatte, so übersieht man leicht, dass in diesen Fällen die Bogen BO und OE ungleich seyn, und von der Unruhe in sehr verschiedenen Zeiten durchlaufen werden müssen. Soll der Punkt der Ruhe, O, für eine von mehrern Federn getriebene Unruhe genau in die Mitte des Schwingungsbogens fallen, und sollen nicht blofs der vordere und hintere Theil des Schwingungsbogens, BO, OE, gleich seyn, sondern auch in gleichen Zeiten durchschwungen werden, (wobei allein ein Hochronismus für gröfsere und kleinere Schwingungsbogen statt findet;) so ist schlechterdings noch *eine dritte Stahlfeder* nöthig, der ersten Hülfsfeder in allem gleich und ähnlich, deren Ruhepunkt N, mit dem Ruhepunkte der ersten Hülfsfeder Q, zu entgegengesetzten Seiten des Ruhepunkts der Unruhfeder, O, völlig übereinstimmend liegt, damit diese während des Schwunges von O bis E die Unruhe gerade so retardire, und umgekehrt bei dem Zurückschwingen von E bis O gerade so beschleunige, wie das die erstere Hülfsfeder beim Schwunge von B bis O bewerkstelligte. Ich will die *erste Hülfs-*

gleich o, der zweite, $\sqrt{\frac{a}{2fg}} \propto Arc.\,Sin.\,\frac{d}{b}$, und da dann $d = b$, und $Arc.\,Sin.\,1 = \frac{1}{2}\pi$ ist, $\sqrt{\frac{a\pi^2}{8fg}}$, gerade wie vorhin, (S. 157.) Endlich folgt daraus auch die vorige Behauptung für $d = 0$.

feder mit u, die *zweite* mit v bezeichnen. Für jede von beiden nenne ich die Hälfte des Schwingungsbogens BE, von dessen Anfang an sie die Unruhe beschleunigen, die erste Hälfte; und so ist für u BO, für die zweite Feder v hingegen EO die erste Hälfte des Schwingungsbogens; jener beim Schwunge von B bis E, dieser beim Zurückschwingen von E bis B.

Liegen die Ruhepunkte Q, N jeder der beiden Hülfsfedern in den ersten Hälften der Schwingungsbogen; so ist die Zeit der halben Schwingung gerade so, wie sie vorhin, S. 168, bestimmt ist. Liegen dagegen diese Ruhepunkte in den hintern Hälften der Schwingungsbogen, wie in Fig. 4; so wird die Unruhe auf dem Bogen NO durch die vereinte Wirkung *dreier Stahlfedern* getrieben, der Unruhfeder und der ersten Hülfsfeder u, die sie beschleunigen, und der zweiten Hülfsfeder v, die aufgewunden wird, und daher die Unruhe retardirt. Gerade so auch der Bogen QO. Für diesen Fall müssen wir daher über die Schwingungszeit noch eine besondere Berechnung anstellen.

Es sey, wie zuvor, $OD = Qd = Ne = a$; die beschleunigende Kraft der Unruhfeder, wenn sie um diesen Bogen a gedreht ist, $= f$; und die beschleunigende Kraft der beiden völlig gleichen Hülfsfedern bei demselben Drehungsbogen Qd und Ne, wie vorhin $= nf$. Ferner sey $BO = b$, $BQ = c$, und $OQ = ON = d = c - b$; die Zeit, in welcher die Unruhe den Bogen BN, auf welchem sie allein von der Unruhfeder und der ersten Hülfsfe-

der u, (deren Ruhepunkt in der hintern Hälfte des Schwingungsbogens liegt,) getrieben wird, ist schon aus dem Vorigen, (S. 168,) bekannt, und beträgt $\sqrt{\frac{a}{(n+1)fg}} \times Arcus\ Sinus\ \sqrt{\frac{(n+1).(b-d)}{2(b+nc)}}$. Zugleich ist die Geschwindigkeit, die sie durch diesen Schwung im Punkte N erlangt, $= \sqrt{\frac{2fg}{a}}.((n+1)b^2 + 2nbd - (3n+1)d^2)$.*)

Gesetzt nun, die Unruhe habe sich um den Bogen $NR = z$ fortbewegt; so ist alsdann die Spannung der Unruhfeder $OR = d - x$; die Spannung der ersten Hülfsfeder $QR = 2d - x$, und die der zweiten Hülfsfeder $NR = x$. Folglich beträgt, dem vorigen gemäfs, im Punkte R die beschleunigende Kraft der Unruhfeder auf den Umfang der Unruhe $+\frac{f.(d-z)}{a}$; die beschleunigende Kraft der

*) Setzt man nämlich in der Formel $b^2 = \frac{2fg}{a}(2(b+cn)x - (1+n)x^2)$, S. 167, Anm., unserm jetzigen Falle gemäfs, $c = b+d$ und $x = BN = b-d$, so erhält man die *Geschwindigkeit* im Punkte N, $v = \sqrt{\frac{2fg}{a}}.((n+1)b^2 + 2ndb - (3n+1)d^2)$. Und auf dieselbe Art folgt aus der dortigen Formel $\pi = \sqrt{\frac{2a}{(n+1)fg}} \times Arcus\ Sinus\ \sqrt{\frac{(n+1)x}{2(b+nc)}}$, die im Texte angegebene Schwingungszeit von B bis N.

erſten Hülfsfeder u, $+ \frac{nf \cdot (2d - z)}{a}$; und die Kraft der zweiten Hülfsfeder v, $- \frac{nf \cdot z}{a}$: mithin die geſammte beſchleunigende Kraft, die auf die Unruhe in dieſer Lage, (wenn ſie den Bogen BR durchlaufen hat,) wirkt, $= \frac{f}{a} \cdot (d - z + 2nd - 2nz) = \frac{(2n+1) \cdot f}{a} (d - z)$; und daher iſt die *Zeit*, in welcher der Bogen NR durchlaufen wird, $= \sqrt{\frac{a}{2(2n+1)fg}} \times Arc.\ Sin. \sqrt{\frac{(2n+1)d^2}{b^2 + nc^2 - 2hd^2}}$ *)

*) Iſt die beſchleunigende Kraft $p = \frac{(2n+1) \cdot f}{a} (d - z)$, und das Differential des Wegs dz; ſo iſt, den mechaniſchen Formeln gemäſs, $v\,dv = z \cdot \frac{(2n+1) f}{a} (d - z)\, g \cdot dz$, und mithin $v^2 = \frac{(2n+1) fg}{a} (2dz - z^2) + Conſt.$ Und da für $z = 0$, v den in der vorigen Anmerkung beſtimmten Werth hat, ſo hat auch die *Conſt.* denſelben Werth, und es iſt $v^2 = \frac{fg}{a} \cdot ((2n+2)(2d - z) z + 2(n+1) b^2 + 4ndb - (6n+2) d^2)$. Da nun $dt = \frac{dz}{v}$ iſt, ſo folgt, wenn man dieſen Werth für v ſetzt, dann integrirt, und in dem Integral $z = d$ ſetzt, die Zeit, in welcher der Bogen NO durchlaufen wird, =

Folglich ist die *halbe Schwingungszeit der Unruhe* bei dieser Einrichtung, oder die Zeit, in welcher der Bogen BO durchschwungen wird, $=$

$$\sqrt{\frac{2a}{(n+1)fg}} \times \textit{Arcus Sinus } \sqrt{\frac{(n+1)(b-d)^2}{2b^2+n(b-d)^2-2nd^2}} +$$

$$\sqrt{\frac{a}{2(2n+1)fg}} \times \textit{Arc. Sin. } \sqrt{\frac{(2n+1)d^2}{b^2+nc^2-2nd^2}}.$$

Unruhe in Mudge's *Zeithaltern.*

In Mudge's *Zeithaltern* durchschwingt die Unruhe ihre halben Schwingungsbogen BO und OE, mittelst der vereinten Wirkung zweier Stahlfedern, der eigentlichen Unruhfeder,*) und einer Hülfsfe-

$$\sqrt{\frac{a}{(2n+1)fg}} \times \textit{Arc. Sin. } \sqrt{\frac{(2n+1)d^2}{b^2+n(b+d)^2-2nd^2}},$$

welches die Formel des Textes ist, darin c statt $b+d$ gesetzt.

Daraus folgt, dafs, wenn bei dieser Einrichtung die Unruhe vom Punkte N zu schwingen anfängt, (da denn $ON = OB$ oder $d=b$, und $BQ = 2BO$, oder $c=2b$ ist, mithin der Bogen, der in der gefundenen Formel vorkommt, gleich *Arc. Sin.* $\sqrt{\frac{(2n+1)d^2}{d^2+n.+d^2-2nd^2}} = \textit{Arc. Sin. } 1 = \frac{1}{2}\pi$ wird; *die halbe Schwingungszeit* $\sqrt{\frac{a\pi^2}{8.(2n+1)fg}}$ beträgt. Die Schwingungszeit der Unruhe ist also in diesem Falle für jeden Abstand der Ruhepunkte O und N gleich grofs.

*) Eigentlich zweier Unruhfedern, die aber vereint völlig so als eine einzige wirken, und die ich

der. Der Ruhepunkt dieser beiden Federn fällt in O zusammen; beide werden bei jedem Schwunge um denselben Bogen OE oder OF gedreht, und beide wirken daher gerade so, als eine einzige Stahlfeder, welche mit beiden zusammengenommen einerlei Stärke hat. Die Schwingungen der Unruhe, die durch sie getrieben wird, sind daher für alle Schwingungsbogen, grosse und kleine, völlig isochronisch;*) und wenn man die vereinte Kraft beider Federn, die um den Bogen $OD = a$ gedreht sind, $f + nf = F$ setzt, so ist die *halbe Schwingungszeit* $= \sqrt{\frac{a\pi^2}{8(n+1).fg}} = \sqrt{\frac{a\pi^2}{8Fg}}$ **). Falls aber der Ruhepunkt der Hülfsfeder von dem der Unruhfeder um einen kleinen Bogen $OQ = OM$ abweicht; so entsteht dadurch eine andere Schwingungszeit, und eine Abweichung im täglichen Gange des Zeithalters, die sich nicht anders berechnen läßt, als wenn die Entfernung der Ruhepunkte der Stahlfedern von einander schon bekannt ist. Das ist eine Bedingung, die allen vorhergehenden Rechnungen zum Grunde liegt; Rechnungen, die wir nun anwenden wollen, um daraus einige Fragen zu beantworten, welche

hier deshalb nur als eine einzige Feder betrachte. *Atw.*

*) S. S. 160.

**) Oder auch $= \sqrt{\frac{\pi^2 \mu c^2}{8F.g.180°}}$. S. S. 158.

sich uns bei Betrachtung der *Construction von* Mudge's *Zeichaltern* darbieten.

Eine in die genaueste Detail eingehende Beschreibung dieser sinnreichen Erfindung würde in diesen theoretischen Untersuchungen am unrechten Orte stehen, da, um die Anwendung dieser Untersuchungen auf Mudge's Kunstwerk gehörig zu verstehn, es völlig hinreichend ist, mit wenigen Worten die Verrichtung anzugeben, wie die verschiedenen Stahlfedern in einander und auf die Unruhe wirken.

In Fig. 5 stellt *QNEBQ* den Umfang der Unruhe vor, welche, von einer doppelten Stahlfeder getrieben, um die Achse *CA*, *DH* schwingt. Diese Achse der Unruhe geht durch den Mittelpunkt *C* des obern Kreises, und ist von *A* bis *D*, (um allen andern Theilen Spielraum zu geben,) unterbrochen. Ein Bügel oder Knie *AXYD* verbindet den obern und den untern Theil der Achse mit einander. *XY* ist genau der Achse der Drehung *AD* parallel, und in *L* und *Z* sind an den horizontalen Armen des Bügels zwei Stäbchen *LM*, *ZW* parallel mit *XY* angebracht. Um diesen mitschwingenden Theilen an der Unruhe das Gleichgewicht zu halten, dient das Gegengewicht *s*, durch welches der Schwerpunkt der ganzen Unruhe in die Achse der Bewegung gebracht wird.

Ferner stellen *c*, *d*, *e*, *f*, *g*, *r*, *s* feste Theile der Maschine vor, welche im Gerippe unverrückbar befestigt sind. *TR* und *FS* sind zwei Achsen,

Achsen, die genau in der geraden Linie $CADH$ stehen, und an welche Arme GO, IO rechtwinklig befestigt sind, so dass sie sich zugleich mit diesen Achsen bewegen. Die kleinen Hülfsfedern u und v, welche an diesen Achsen fest sitzen, sind nach entgegengesetzter Richtung, die obere von der Linken zur Rechten, die untere von der Rechten zur Linken, gewunden, und werden aufgewunden, jene, wenn sich die Achse TR so dreht, dass der Arm GO den Bogen Oh, diese, wann sich die Achse FS so dreht, dass der Arm IO den Bogen Ok beschreibt. Endlich tragen die beiden Achsen noch die gekrümmten Lappen p und q, an welche, dicht bei der Achse, die Zähne des Steigrads lm, an jenen stets der oberste, an diesen der unterste, abwechselnd anfassen. Indem diese Zähne durch die Kraft der Hauptfeder in der Uhr gegen die concave Fläche der Lappen getrieben werden, bewegen sich diese mit ihnen fort, und drehen die Achsen so, dass die Hülfsfedern u, v aufgewunden, und die Arme GO, IO durch die Bogen Oh, Ok bewegt werden. Ein kleiner Ansatz am äussern gekrümmten Ende der Lappen p, q hält den Zahn auf, wenn die Arme einen Bogen von ungefähr 27° durchlaufen haben, und also auch die Hülfsfedern um einen Winkel OGh und $OIk = 27°$ aufgewunden sind. Die Achse des Steigrads nq liegt mit CO genau parallel, und die Buchstaben am Umfange der Unruhe und an den Bogen Oh, Ok stimmen so mit einander überein, dass dieselben Buchstaben, z. B. O, oder Q, N, k, h, die

Lage der Theile für einerlei Stand der Unruhe bezeichnen.

Man setze, die Hauptfeder, welche das Werk treibt, sey nicht aufgezogen, und auch die Unruhe sey in der Lage, welche Fig. 5. darstellt, ohne Bewegung in ihrem Ruhestande, wobei *AX* mit dem Halbmesser durch den Ruhepunkt *O* der Unruhfeder parallel sey. Fallen die Ruhepunkte der Hülfsfedern mit dem Ruhepunkte für die Unruhfeder zusammen; so sind dann auch die Arme *GO*, *IO* mit *CO* parallel, und berühren die Stäbchen *LM* und *ZW*. In dieser Lage bleibt alles, bis die Hauptfeder aufgezogen wird. Dann aber setzt diese Feder das Steigrad in Bewegung; und indem ein Zahn desselben an einen der beiden Lappen, z. B. an den obern *p*, anfasst, und ihn fortschiebt, wird der Arm *GO* in die Lage *Gh* gedreht, und in dieser gehalten, so lange der Zahn des Steigrads, durch den Ansatz am Ende des Lappens, in seiner Bewegung gehemmt wird. Durch diese Bewegung ist die Hülfsfeder gespannt worden, nicht aber die Unruhfeder, da sich der Arm von *O* nach *h* vom Stiftchen *LM* abwärts bewegt, ohne ihn mitzunehmen. Die Unruhe bleibt folglich dabei noch in Ruhe, wofern sie nicht durch einen Anstofs in Bewegung gesetzt wird. Und dann läfst sie sich um den Bogen *OB* drehen, der, nach Mudge's Vorrichtung, ungefähr 135° beträgt.

Bei dieser Bewegung gehen der Bügel *AXD* und die Stäbchen *LM* und *ZW* mit herum. Der erstere fasst, wenn die Unruhe um den Winkel *OGh*

= 27° nach *B* zu gedreht ist, den Arm *Gh*, und dreht zugleich mit ihm die Achse *TR*, den Lappen *p* und die Hülfsfeder *u* noch um 108° in der Richtung *Oh* weiter. Dadurch wird der Ansatz am Lappen *p* so gedreht, dass der Zahn des Steigrads, der daran liegt, frei wird. *) Sogleich geht das Steigrad fort, und nun schlägt der unterste Zahn desselben an den Lappen *q*, windet dadurch die Hülfsfeder *v* auf, und dreht zugleich den Arm *IO* um den Winkel *IOK* von 27°, da dann der Zahn an den Ansatz dieses Lappens kommt und durch denselben ebenfalls gehemmt wird. Alles dieses geschieht, während die Unruhe ihren Schwung von *h* bis *B* vollendet. Ist sie bis *B* gekommen, so ist zugleich die erste Hülfsfeder *u* um einen Winkel von 135° gedreht, (nämlich um 27° durch die Kraft der Hauptfeder, welche die Uhr treibt, und um 108° durch die Unruhe, welche den Arm *GO* bei ihrem Schwingen mitnahm,) und nun wird also die Unruhe den Bogen *BO* hindurch, mittelst der vereinten Kraft beider Federn, der Unruhfeder und der Hülfsfeder *u*, zurückgetrieben. Genau bis zum Ruhepunkte *O* beschleunigen diese beiden Kräfte die Bewegung der Unruhe; über *O* hinaus würden beide sie sogleich retardiren, welches aber bei der Hülfsfeder *u*, wegen der Lage des Arms *GO* gegen den Stift *LM*, nicht angeht. Daher wird die Unruhe, indem sie von *O* bis *E* fortschwingt, während der ersten 27°,

*) S. S. 182, Anm.

d. i. auf den Bogen *Ok*, lediglich von der Unruhfeder retardirt.

Hat sich aber die Unruhe über *O* hinaus bis *k* bewegt, so schlägt nun der untere Stift *ZW* gegen den Arm *Ik*, den er in der Richtung *Ok* noch 108° weit mit sich herum dreht, und dadurch die zweite Hülfsfeder *v* aufwindet. Nur auf diesen Bogen *kE* wird daher die Unruhe von 2 Federn, (der Unruhfeder und der Hülfsfeder *v*,) retardirt. Während dieses Schwunges wird der Zahn des Steigrads, den der Lappen *q* hemmte, frei, das Steigrad geht fort, der oberste Zahn schlägt an den Lappen *p* und windet durch diesen wieder die obere Hülfsfeder *u* um einen Winkel von 27°. Dieses geschieht, während die Unruhe bis *E* kommt. Hier hört ihre Schwingung nach der Richtung *OE* auf, und sie wird von *E* nach *O* wieder durch die vereinte Wirkung der Unruhfeder und der untern Hülfsfeder *v* zurück beschleunigt, bis sie im Punkte *O* ankommt. Und so geht das Spiel ununterbrochen fort, so lange die Hauptfeder der Uhr aufgezogen bleibt.

Man sieht, dafs bei dieser Art von Hemmung die Hauptfeder des Uhrwerks der Unruhe keinen Anstofs und nicht die mindeste Bewegung mittheilt, dafür aber einen Theil der Kraft aufhebt, welche ohnedies die Unruhe auf der zweiten Hälfte der Schwingungsbogen retardiren würde; und hierdurch erhält sie die Unruhe bei gleichen Schwingungsbogen. Denn die Unruhe kann nun den Ueberschufs von Kraft, mit dem sie die hintern Schwin-

gungsbogen durchläuft, dazu verwenden, die Friction und andern unregelmäßigen Widerstand dabei zu überwinden, der ohnedies ihre Bewegung allmählig verringern und hemmen würde; eine sinnreiche Anordnung, worauf hauptsächlich der Vorzug von Mudge's Echappement beruht.

Die Verminderung der die Unruhe retardirenden Kraft ist, in so fern sie von der Hauptfeder des Uhrwerks abhängt, und diese stark genug ist, die Hülfsfedern um den beständigen Winkel $OGh = OCk$ zu drehen, hierbei beständig fast von einerlei Gröfse. Denn was den Einfluss von Hitze und Kälte auf die Hülfsfedern betrifft, so wird dieser mittelst der Compensation, welche an der Unruhe angebracht ist, aufgehoben. Daher ist die erhaltende Kraft, vermöge der die Bewegung der Unruhe fortdauert, stets und unverändert dieselbe. Gewöhnlich hält man dieses für einen wesentlichen Umstand im Baue der Taschenuhren; und so viele scharfsinnige Künstler darüber gesonnen haben, so ist doch wahrscheinlich Mudge der erste, dem dieses im ganzen Umfange geglückt ist.

Endlich hat Mudge's Anordnung auch noch den Vortheil, dass die Unruhe von dem Räderwerke der Maschine völlig abgesondert ist, und frei für sich schwingt. Nur in dem Augenblicke, wenn der Lappen von dem Zahne des Steigrads ab gedreht wird, findet zwischen der Unruhe und dem Steigrade eine Verbindung statt, sonst gar nicht, und

dieſe Verbindung dauert nur einen Augenblick. *) Auch wird der Druck des Zahns gegen den Anſatz des Lappens ſchon zuvor durch die Gegenwirkung des andern Lappens auf den gegen über ſtehenden Zahn des Steigrads vermindert; eine Wirkung, die ihren Anfang nimmt, kurz ehe der erſte Zahn von ſeinem Lappen frei wird. Dadurch wird der Zahn leichter gelöſt, und dieſes trägt mit dazu bei, der Maſchine einen leichten Gang zu verſchaffen.

*) Nach einem Verſuche an einem ſehr genau gearbeiteten Modelle von Mudge's Vorrichtung, durchläuft die Unruhe einen Bogen von ungefähr 8°, während ſie einen Zahn, der vom Anſatze an einem der Lappen gehemmt iſt, losdreht; und allein während dieſes Theils ihres halben Schwingungsbogens iſt ſie mit dem Steigrade und dem Räderwerke der Maſchine in Verbindung. Sobald der Zahn abgedreht iſt, durchſchwingt ſie noch frei und ungehindert einen Bogen von 108°, bevor der zweite Lappen ſich zu bewegen anfängt. Nun durchſchwingt, nach der Berechnung S. 158, die Unruhe einen Bogen *B h* von 116° in 0,09101 Sekunden, hingegen einen Bogen von 108°, von *B* an gerechnet, in 0,08718, mithin die 8°, während deren ſie mit dem Steigrade in Verbindung iſt, in 0,00383 Sekunden, d. h. ungefähr in $\frac{1}{260}$ Sekunde mittlerer Zeit. — Denkt man ſich daher die Zeit einer halben Schwingung der Unruhe, (0,1 Sek.,) in 100 gleiche Theile oder phyſiſche Augenblicke getheilt; ſo durchſchwingt die Unruhe während der 91 erſten dieſer Zeittheilchen den Bogen *B h* von 108°, vom Ende ihrer Schwingungen bis an den

Anwendung der vorigen Berechnungen auf MUDGE'S *Zeithalter.*

Die erſte Frage, die ſich aus den vorigen Berechnungen leicht beantworten läſst, iſt: „welche Veränderungen im täglichen Gange des Zeithalters entſtehn können, wenn die Punkte der Ruhe, der Unruhfeder und der Hülfsfedern, es ſey durch eine zufällige Störung, oder vermöge der anfänglichen Einrichtung, nicht genau in dieſelbe Ebene, ſenkrecht auf die Unruhe und die Federn, zuſammenfallen.“ Die Antwort darauf wird verſchieden ausfallen, je nachdem die Ruhepunkte der Hülfsfedern Q, N, die um den gegebenen Bogen OQ, ON vom Ruhepunkte der Unruhfeder abſtehn, in der erſten oder in der zweiten Hälfte des Schwingungsbogens der Unruhe liegen.

Geſetzt, die Ruhepunkte aller Federn fallen in einer Ebene ſenkrecht auf die Unruhe zuſammen, die Unruhe habe 1 Zoll im Halbmeſſer, und der Zeithalter ſey *auf mittlere Zeit ajuſtirt*, ſo daſs er in jeder Sekunde 5 Schwingungen macht; ſo be-

Arm Gh, der mit dem hemmenden Lappen an einerlei Achſe ſitzt. Während der 4 folgenden Augenblicke wird der Zahn gelöſt, und während der 5 letzten durchläuft die Unruhe die übrigen 19° ihres halben Schwingungsbogens bis O. Folglich ſchwingt ſie während 96 Hundertel jeder Schwingungszeit völlig frei und unverbunden mit dem Räderwerke. *Atwood.*

trägt die Kraft, welche die Unruhe, wenn sie um 90° gedreht ist, zu beschleunigen strebt, 1,00408926 von der Kraft der Schwere, als unsrer Krafteinheit, (siehe S. 160.) Nun ist, nach den Erkundigungen, die ich bei Mudge eingezogen habe, jede der beiden Hülfsfedern $\frac{1}{25}$stel so stark als die Unruhfeder. Bedeutet daher f die beschleunigende Kraft der um 90 gedrehten Unruhfeder, so ist die Kraft der eben so gedrehten Hülfsfeder $\frac{1}{25}f$, und also $f + \frac{1}{25}f = 1{,}00408926$, mithin $f = 0{,}9562754$, und $\frac{1}{25}f = 0{,}0478138$. Und bei dieser Anordnung geht der Zeithalter genau nach mittlerer Zeit. *)

Nun aber werde der Ruhepunkt Q der Hülfsfeder u um einen Bogen OQ von 1°, vom Ruhepunkte der Unruhfeder entfernt, und zwar so, dass er in

*) Liesse man die Unruhe allein durch die Kraft der beiden Hülfsfedern schwingen, und nähme die Unruhfeder indefs ab, so fände sich, aus der Formel für die halbe Schwingungszeit $= \sqrt{\frac{\pi^2 rc^\circ}{8Fg \cdot 180^\circ}}$, wenn man darin $F = 0{,}0478138$ setzt, die halbe Schwingungszeit der Unruhe $= 0{,}45825$ Sekunden, und in einer Minute würde der Zeithalter dann nur $\frac{60}{4{,}5825} = 13$ Sekunden Zeit weisen. Der Graf Brühl fand durch einen Versuch 12″, welches, bei der Ungewifsheit des Verhältnisses der Kraft beider Federn, über alle Erwartung zusammenstimmt. *Atwood.*

die erste Hälfte des Schwingungsbogens falle, (Fig. 3;) so ist die Zeit der halben Schwingung auf BO anders wie vorhin, und nicht mehr $0,$ Sekunden, sondern vielmehr, nach S. 168, gleich

$$\sqrt{\frac{2a}{(n+1)fg}} \times \text{Arc. Sin.} \sqrt{\frac{(n+1)c}{2(b+nc)}} + \sqrt{\frac{a}{2fg}} \times \text{Arc. Sin.} \frac{d}{\sqrt{(b^2+ac)}}.$$

Nun ist in diesem Falle

$$\left.\begin{array}{l} a = 90^\circ = 1,5707963 \\ b = 135^\circ = 2,3561945 \\ c = 134^\circ = 2,3387412 \\ d = 1^\circ = 0,0174533 \end{array}\right\} \text{in Theilen des Halbmessers}$$

$g = 193$ engl. Zoll; $n = \frac{1}{30}$ und $f = 0,9562754$;

folglich, logarithmischen Rechnungen gemäfs,

der erste Theil dieser Formel $= 0,0995070$ Sek.

der zweite Theil dieser Formel $= 0,0004174$ —

also die Zeit der halben Schwingung auf BO $= 0,1000244$ Sek.

Weicht daher der Ruhepunkt N der zweiten Hülfsfeder eben so weit nach der entgegengesetzten Seite von O ab, so dafs $OQ = ON$ ist, so zeigt die Uhr in 24 Stunden mittlerer Zeit nur $\frac{24^{St.}}{1,0002244}$ $= 23^{St.}\,59'\,40'',6$; und das giebt eine Veränderung im täglichen Gange der Uhr von — $19'',4$ mittlerer Zeit.

Diese Verspätung würde jedoch nur dann für eine Unregelmäfsigkeit im Gange der Uhr zu achten seyn, wenn die Ruhepunkte der Hülfsfedern während des Ganges durch einen Zufall auf diese Art aus der senkrechten Ebene mit dem Ruhepunkte der Unruhfeder verrückt würden. Wenn man sie gleich anfangs mit Fleifs so stellt, so wird dieser Abweichung durch das Ajustiren abgeholfen, und der Gang des Zeithalters auch bei dieser Anordnung leicht auf mittlere Zeit gebracht. Allein, dann bleibt der tägliche Gang, wenn die Gröfse des halben Schwingungsbogens der Unruhe sich ändert, z. B. von 135° bis auf 125° abnimmt, einer Veränderung unterworfen; und diese ist es, worauf bei dieser Einrichtung der Mangel des Isochronismus beruht. *) Alsdann ist $b = 125° = 2{,}1816616$ und $c = 124° = 2{,}1642083$: und diese Werthe in die vorige Rechnung gesetzt, giebt den ersten Theil der Formel $= 0{,}0995472$; den zweiten $= 0{,}0005049$; also die halbe Schwingungszeit auf $BO = 0{,}1000242\,1$, und in 24 Stunden eine Zeit von $\frac{24^{St.}}{1{,}0002421} = 23^{St.}\,59'\,39'',08$; also eine tägliche Veränderung des vorigen Ganges von $-1'',52$, die daraus entspringt, dafs der halbe Schwingungsbogen in diesem Falle um 10° abgenommen hat.

*) Siehe Seite 175.

Wird der Ruhepunkt der Hülfsfedern um eben so viel, das heifst, um $OQ = 1°$, (Fig. 4,) nach der hintern Hälfte des Schwingungsbogens, oder nach E zu verrückt; so folgen entgegengesetzte Wirkungen. Statt dafs im vorigen Falle der tägliche Gang des Zeithalters bei unveränderlicher Gröfse des Schwingungsbogens, und zugleich auch bei abnehmender Gröfse des Schwingungsbogens retardirt wurde; so wird er jetzt unter beiden Umständen beschleunigt. Denn nunmehr, (S. 168), ist die Zeit der halben Schwingung BO gleich $\sqrt{\frac{2a}{(n+1)fg}} \times$ $Arc.Sin.\sqrt{\frac{(n+1)(b-d)}{2(b+nc)}} + \sqrt{\frac{a}{(2n+1)2fg}}$ $\times Arc.Sin.\sqrt{\frac{(2n+1)d^2}{b^2+nc^2-2nd^2}}$; und setzt man darin die ersten der vorigen Werthe, und jetzt $c = 136° = 2{,}3736478$, so erhält man als halbe Schwingungszeit auf BO, $0{,}09950617 + 0{,}00047141 = 0{,}09997758$ Sekunden. Der Zeithalter durchläuft dann also in 24 Stunden mittlerer Zeit, $\frac{24^{St.}}{0{,}09997758} = 24^{St.}\ 0'\ 19'',38$, eilt also um $19'',38$ in 24 Stunden vor. — Und setzt man $b = 125°$, $c = 126°$; so findet sich diese halbe Schwingungszeit $0{,}09946662 + 0{,}00050912 = 0{,}09997574$ Sekunden; folglich der tägliche Gang des Zeithalters $\frac{24^{St.}}{0{,}09997574} = 24^{St.}\ 0'\ 20'',91$, und also eine Voreilung gegen den vorigen Gang

von 1″,53, bei Verminderung des halben Schwingungsbogens von 135° auf 125°. *)

Bei Mudge's Anordnung wird zwar die Unruhe auf dem Bogen *Nk* nicht von der zweiten Hülfs-

*) Stehn die Ruhepunkte der Hülfsfedern vom Ruhepunkte der Unruhfeder um 1° ab, so gehören zu folgenden halben Schwingungsbogen folgende Veränderungen im täglichen Gange des Zeithalters, wenn dieser bei zusammenfallenden Ruhepunkten auf mittlere Zeit ajustirt ist:

halbe Schwingungsbogen	tägliche Veränderung im Gange der Uhr, wenn der Ruhepunkt der Hülfsfedern liegt in des Schwingungsbogens	
	erster Hälfte	zweiter Hälfte
135°	— 19″, 4	+ 19″, 38
125°	— 20″, 92	+ 20″, 92
60°	— 44″, 33	+ 43″, 6
10°	—4′24″, 24	+4′23″, 6

Will man blos in der Absicht, um die Schwingungen der Unruhe isochronisch zu machen, Hülfsfedern hinzufügen, so möchte es rathsam seyn, die Ruhepunkte weiter als um 1° aus einander zu rücken. Gesetzt, ihr Abstand sey 10°, der Schwingungsbogen 450°, und die Unruhe mache 4 Schwingungen in einer Sekunde; so würden zwei Hülfsfedern, die jede $\frac{1}{10}$stel so stark als die Unruhfeder ist, oder vielleicht sogar Eine verhältnismäfsig stärkere Hülfsfeder hinreichen, dem Mangel an Isochronismus in der Unruhfeder zu compensiren.

Atwood.

feder v retardirt; wie das die beiden Formeln, nach denen wir gerechnet haben, voraussetzen: allein diese retardirende Kraft wird durch die Friction ersetzt, daher die Rechnung dessen ungeachtet genau bleibt.

Die Lage der Arme GO und IQ, wenn sie ruhen, bestimmt die Lage der Ruhepunkte der Hülfsfedern; so wie die Lage des Bügels $AXYD$ und der darin befestigten Stäbchen LM, ZW die Lage des Ruhepunkts der Unruhfeder. Ist daher das Werk so ajustirt, dass im Ruhestande die Arme GO, IO die Stäbchen LM, ZW berühren, so fallen die Ruhepunkte aller Federn in einer senkrechten Ebene durch O zusammen, und so sey das Werk für 5 Schwingungen der Unruhe in 1 Sekunde auf mittlere Zeit ajustirt. So lange alles in dieser Lage bleibt, giebt es keine Veränderung im täglichen Gange des Zeithalters.

Verrückt man aber die Lage der Arme GO, IO so an ihren Achsen TR, FS, dass im Ruhestande des Werks die senkrechte Ebene durch sie mit der Ebene durch den Bügel und durch O die Winkel $OGQ = OIN$ machen; so stehn die Ruhepunkte der Hülfsfedern um eben diesen Winkel vom Ruhepunkte der Unruhfeder ab, und zwar, wenn Q nach B, und N nach E zu liegt, in der ersten Hälfte der Schwingungsbogen. Betragen diese Winkel 1°, und der halbe Schwingungsbogen 135°; so retardirt nun der Zeithalter in 24 Stunden mittlerer Zeit

um 19″,4; und nimmt überdies der halbe Schwingungsbogen um 10° ab, so retardirt er um 20″,92, so dass die Veränderung im täglichen Gange, wegen dieses verminderten Schwingungsbogens, 1″,52 beträgt.

Dreht man die Arme entgegengesetzt, so dass der obere GO, wenn ihn der Stab LM nicht daran hinderte, in die Lage GN, und der untere in die Lage GQ kommen würde; so drücken beide gegen die Stäbchen LM, ZW, wenn $GN = GO = 1°$ ist, gleich stark, und deshalb bleibt der Bügel unverrückt. Bei dieser Anordnung liegt der Ruhepunkt der obern Hülfsfeder u bei N in der letztern Hälfte OE des Schwingungsbogens, und eben so der Ruhepunkt der untern Hülfsfeder bei Q in der letzten Hälfte OQ des zweiten Schwingungsbogens. Mithin wird bei dieser Anordnung, falls die Unruhe Bogen von 135° schwingt, der Zeithalter um 19″,38; und wenn der halbe Schwingungsbogen bis auf 125° vermindert wird, selbst um 20″,92 in 24 Stunden von der mittlern Zeit vorrücken; folglich im letztern Falle seinen täglichen Gang um 1″,54 gegen den erstern beschleunigen.

Und diese Resultate bleiben im Ganzen, (wiewohl nicht in den einzelnen Zahlbestimmungen,) dieselben, wenn gleich das Gesetz für die elastische Kraft der Federn ein wenig von den zum Grunde gelegten abweichen sollte.

Man sieht hieraus, dafs, obgleich auf den Gang von Mudge's Zeithaltern die Lage der Arme *GO*, *IO*, wenn das Werk ruht, von wesentlichem Einflusse ist, dieses doch keine Störung im regelmäfsigen Gange des Zeithalters hervorbringt, wofern nur ihre Lage unverändert bleibt und der Schwingungsbogen der Unruhe einerlei Gröfse behält. Wird aber dieser Bogen vermindert, so eilt der Zeithalter vor, oder bleibt zurück, je nachdem die Ruhepunkte der Hülfsfedern in der hintern oder in der vordern Hälfte ihrer Schwingungsbogen liegen, (letztere für die gerechnet, während der sie die Unruhe beschleunigen.) Und auch in diesem Falle, wenn durch irgend einen Umstand die Gröfse des Schwingungsbogens sich ändern, und dadurch im täglichen Gange des Zeithalters eine Veränderung entstehn sollte, ist es bei Mudge's Anordnung leicht, eine solche Abweichung zu corrigiren. Denn je nachdem sich aus zuverlässigen Versuchen findet, dafs zu gröfsern Schwingungsbogen der Unruhe eine kürzere oder eine längere Schwingungszeit, als zu kleinern Schwingungsbogen gehört; *) mufs, wenn sich der Schwingungs-

*) Welches von beidem der Fall ist, darüber sind die Künstler keinesweges einig. Harrison glaubte, „es sey natürlich, dafs längere Bogen in kürzerer Zeit durchschwungen würden;" nach Ludlam's Bericht an die Längen-Commission über Harrison's Uhr, „steht dieses aber mit der allgemein

Bogen der Unruhe verringert, der Zeitmesser in seinem täglichen Gange zurückbleiben oder voreilen. Man drehe daher nur, bei unveränderter Lage der Lappen, die Arme *GO*, *IG*, (und mithin die Ruhepunkte der Hülfsfedern,) im erstern Falle nach den hintern, im letztern nach den vordern Schwingungsbogen der Hülfsfedern zu, so wird dadurch endlich diese Ver-

angenommenen Meinung der Physiker und Künstler im Widerspruche." Dagegen versichert Berthoud, „sich durch sichere Versuche überzeugt zu haben, dass die Unruhe, die, von einer Feder getrieben, frei hin und her schwingt, grosse und kleine Bogen nicht isochronisch, sondern die längern in kürzerer Zeit durchschwingt." — Diese widersprechenden Behauptungen fussen wahrscheinlich auf mangelhafte Versuche, bei denen man nicht auf alles das, wovon die Länge der Schwingungszeit abhängt, Rücksicht genommen hat. Lässt sich doch eine und dieselbe Stahlfeder bald so ajustiren, dass sie die grössern, bald so, dass sie die kleinern Schwingungsbogen in kürzerer Zeit zurücklegt, und das nicht bloss dadurch, dass man die Dicke und Stärke der Feder an einigen Stellen ändert, sondern selbst, wie Berthoud behauptet, bei überall gleicher Dicke und Stärke derselben, indem man nur ihre Länge und die Zahl ihrer Windungen ändert. Dass, wie Berthoud sagt, sich dadurch jede Feder völlig isochronisch machen lasse, scheint indess durch keinen triftigen Versuch bestätigt zu seyn.

Arnold.

Veränderung im täglichen Gange des Werks compenſirt werden.

Schwingt daher auch die Unruhe, von ihren Federn getrieben, überhaupt nicht, oder wenigſtens nicht bei allen Lagen der Ruhepunkte iſochroniſch; ſo ſchadet das dem gleichförmigen Gange des Zeithalters nicht im geringſten, ſo lange die Gröſse des Schwingungsbogens unverändert bleibt. Und verändert ſich dieſe, ſo giebt es ein unfehlbares Mittel, durch Verſchiebung der Ruhepunkte der Hülfsfedern, den Zeithalter bei ſeinem vorigen Gange unverrückt zu erhalten.

IV.

EINIGE BEMERKUNGEN UND VERSUCHE über die vom Bürger HASSENFRATZ erregten Zweifel gegen die Richtigkeit der gewöhnlichen hydroſtatiſchen Beſtimmung des ſpecifiſchen Gewichtes feſter und flüſſiger Körper,

von

G. G. SCHMIDT,

Prof. der Mathematik zu Gieſsen. *)

Der Bürger Haſſenfratz hat in einem *Mémoire de l'Aréometrie* **) den Satz aufgeſtellt: „das Ge-

*) Die Dunkelheit, welche der genannte franzöſiſche Chemiker über die Areometrie verbreitet hatte, ſo gründlich und durch ſo entſcheidende Verſuche, wie in dieſem Aufſatze durch einen um die Areometrie ſchon ſo verdienten Phyſiker, wie Herrn Prof. Schmidt, zerſtreut zu ſehn, war gewiſs der Wunſch ſehr vieler Leſer; und ſie werden ſich mit mir der Zuſage eines der geſchätzteſten Mitarbeiter des ſeel. Gren's, zur fernern Theilnahme an dieſen Annalen, freuen. Möge es übrigens mit den andern Zweigen der neuen Revolution, welche Herr Haſſenfratz, (wie wir in ſeinem Briefe in Scherer's *allgemeinem Journale der Chemie*, II, 210, leſen,) der Chemie in Frankreich bereitet, beſſer als mit dieſem erſten areometriſchen Sprößlinge derſelben ausſehn. *d. H.*

**) 4tes St. des 1ten B. der *Annalen der Phyſik*, S. 396.

wicht eines in eine Flüſſigkeit eingetauchten feſten Körpers werde durch die Adhärenz der Flüſſigkeit gegen den Körper vermindert, und folglich der Gewichtsverluſt an der Wage gröſser gefunden, als er nach bloſs hydroſtatiſchen Geſetzen erfolgen würde. Die Gröſse der Adhärenz hänge theils von der Verwandtſchaft zwiſchen dem feſten und flüſſigen Körper, theils von der Menge der Berührungspunkte zwiſchen beiden ab, daher werde der Fehler, welchen man in der Beſtimmung des ſpecifiſchen Gewichts feſter Körper durch die hydroſtatiſche Abwiegung begehe, deſto gröſser, je gröſser die Oberfläche des eingetauchten Körpers gegen ſein Volumen ſey. Aus ähnlichen Gründen gebe das Areometer den Verluſt in der Flüſſigkeit, folglich auch das ſpecifiſche Gewicht bald zu groſs, bald zu klein an; zu klein, wenn die Flüſſigkeit mehr Verwandtſchaft gegen das Areometer beſitzt, als das Waſſer; zu groſs, wenn ſie weniger dagegen äuſsert.*) Bloſs die Hombergiſche Methode, nach welcher man gleiche Volumina der Körper in einem mit einem engen Halſe verſehenen Gefäſse abwiegt, ſey dieſen Fehlern nicht unterworfen."

Wegen der Thatſache, worauf Haſſenfratz dieſe Behauptungen ſtützt, verweiſe ich auf das oben angeführte Stück der Annalen, und ſchränke mich hier auf folgende Bemerkungen ein. Es iſt, dünkt

*) Der Theorie nach ſollte man gerade das Gegentheil erwarten. Davon unten. S.

mich, eine den Naturforschern längst bekannte Thatsache, dafs fein zertheilte feste Körper sich geraume Zeit in specifisch leichtern Flüssigkeiten schwebend erhalten können, und man braucht, um sich hiervon zu überzeugen, nicht zu künstlichen Versuchen seine Zuflucht zu nehmen. Der in der Luft schwimmende Staub, die in einer Lehmenbrühe schwimmende Erde beweisen es hinreichend. Sehen wir näher auf die Umstände, welche diese Erscheinungen begleiten, so ergeben sich die nachstehenden Bedingungen, unter welchen sie erfolgen. Ein fester Körper erhält sich in einer Flüssigkeit desto leichter und länger schwebend, 1. *je gröfser die Oberfläche des Körpers bei ungeänderter Masse ist;* 2. *je geringer der Unterschied zwischen dem specifischen Gewichte der Flüssigkeit und des Körpers ist;* 3. *je gröfser die Affinität des festen Körpers gegen die Flüssigkeit und die davon herrührende Adhäsion ist;* 4. *je gröfser die Cohäsion der flüssigen Theilchen unter sich,* (die Klebrigkeit der Flüssigkeit,) *ist.*

Ein Körper, welcher sich in einer Flüssigkeit bewegt, (es geschehe nun dies durch seine relative Schwere, oder durch jede andere Kraft,) mufs Theilchen der Flüssigkeit aus der Stelle treiben, welche vermöge ihrer Trägheit widerstehen, und dieser Widerstand wächst bei übrigens gleichen Umständen mit der Menge der aus der Stelle getriebenen flüssigen Theilchen, welche der Gröfse der Oberfläche, oder, bestimmter, des auf die Richtung der Bewegung senkrechten Querschnittes des Kör-

pers proportional ist. Hieraus fliesst die *erste* Bedingung.

Aus dem Verhältnisse des specifischen Gewichts des Körpers gegen das specifische Gewicht der Flüssigkeit läst sich die Gröfse des Verlusts an Gewicht, folglich das relative Gewicht des Körpers in der Flüssigkeit bestimmen. Es ist = o, wenn das specifische Gewicht der Flüssigkeit dem specifischen Gewichte des Körpers gleich ist; desto gröfser, je kleiner das specifische Gewicht der Flüssigkeit gegen das specifische Gewicht des Körpers ist. Das relative Gewicht druckt die bewegende Kraft des in die Flüssigkeit eingetauchten Körpers aus, sein absolutes Gewicht die zu bewegende Masse. Diese in jene dividirt, giebt die beschleunigende Kraft, welche daher im directen Verhältnisse des relativen Gewichts, und im umgekehrten der Masse steht, woraus sich die *zweite* Bedingung ergiebt.

Wenn ein Körper, in eine Flüssigkeit getaucht, benetzt aus derselben wieder hervortritt, so sagt man, er adhärire mit der Flüssigkeit. Die Gröfse der Adhäsion ist im zusammengesetzten Verhältnisse der Menge der Berührungspunkte oder der Oberfläche des Körpers, und der Verwandtschaft desselben gegen die Flüssigkeit. *A* bezeichne einen in eine Flüssigkeit getauchten Körper; um denselben legt sich, vermöge der Adhäsion, eine Schicht der Flüssigkeit *B* an, welche mit dem Körper ein Ganzes bildet und an seiner Bewegung Theil nimmt. Hier sind zwei Fälle zu unterschei-

den; das ſpecifiſche Gewicht der Schicht B bleibt entweder ungeändert, oder es wird durch die anziehende Kraft des Körpers A vergröſsert. Im erſten Falle bleibt die bewegende Kraft des geſammten Körpers nach wie vor dieſelbe, dem relativen Gewichte gleich; ſie heiſse $= R$. Die zu bewegende Maſſe iſt $A + B$, folglich die beſchleunigende Kraft $F = \frac{R}{A+B}$, deſto kleiner, je kleiner R gegen $A + B$ iſt. Im andern Falle, wenn die Flüſſigkeit verdichtet wird, aber doch nicht zu dem Grade als der feſte Körper A, bewirkt die Adhäſion immer noch eine Verminderung der beſchleunigenden Kraft, welche alsdann nicht mehr Statt findet, wenn die Schicht B eben ſo dicht als A, oder gar noch dichter würde, wie aus folgender Betrachtung erhellet. $n : m : 1$ bezeichnen die Verhältniſſe der Dichtigkeiten des Körpers A, der Schicht B, und der Flüſſigkeit; ſo iſt die beſchleunigende Kraft des Körpers nebſt der adhärirenden Schicht in der Flüſſigkeit allgemein $F = \frac{A.\frac{n-1}{n} + B.\frac{m-1}{m}}{A+B}$. Soll dieſe der beſchleunigenden Kraft von $A = \frac{n-1}{n}$ gleich ſeyn, ſo folgt $\frac{n-1}{n} = \frac{m-1}{m}$, welches nur für n und m beide $= \infty$, oder für $n = m$ Statt finden kann. So lange $m < n$, iſt auch $\frac{m-1}{m} < \frac{n-1}{n}$,

daher F kleiner als die beſchleunigende Kraft von A ohne die adhärirende Schicht. Für $m > n$ hat man $\frac{m-1}{m} < \frac{n-1}{n}$, daher die beſchleunigende Kraft F gröſser als die beſchleunigende Kraft von A. Die beiden Fälle $m = n$, und $m > n$ ſind an ſich unwahrſcheinlich, und werden bis jetzt durch keine Erfahrung beſtätigt. Aus der Wirkung der Adhäſion, welche mit der Gröſse der Oberfläche zunimmt, folgt daher ein weiterer Grund für die *erſte* Bedingung.

Iſt auſser dem Widerſtande, welchen die Theile der Flüſſigkeit, vermöge ihrer Trägheit, der Bewegung des feſten Körpers entgegen ſetzen, noch eine beſondere Kraft vonnöthen, um die Theilchen der Flüſſigkeit zu verſchieben, welches man die von der Cohäſion herrührende Klebrigkeit nennt, ſo erhellet, daſs dieſer Widerſtand nicht minder einen Theil von der bewegenden Kraft des eingetauchten Körpers aufzehren werde. Setzt man eine Flüſſigkeit ohne alle Klebrigkeit, deren Theilchen vollkommen verſchiebbar ſind, voraus; ſo erhellet, daſs zwar die beſchleunigende Kraft eines in eine ſolche Flüſſigkeit eingetauchten ſpecifiſch-ſchwerern Körpers durch die Wirkung der Adhäſion und Trägheit der Flüſſigkeit ſehr vermindert, aber nie ganz aufgehoben werden könne. Mit andern Worten, ein ſchwerer Körper würde in einer ſpecifiſch-leichtern Flüſſigkeit, nach Beſchaffenheit der Umſtände, viele 100, ja viele 1000 mal langſamer als

im leeren Raume fallen, aber er würde doch nie ſich vollkommen in der Flüſſigkeit ſchwebend erkalten können. — Das Waſſer iſt eine Flüſſigkeit, deren Klebrigkeit bei einer mittlern Temperatur von 15° — 20° R. ſchon ſehr geringe iſt, daher beſtätigen die folgenden Erfahrungen die aufgeſtellten Sätze. Man zerſtoſse Kieſelſteine, Kalkſteine, Thonſteine; jede beſonders in einem Mörſer, und ſiebe die Pulver durch ein feines Haarſieb. Hierauf bringe man von jeder Gattung eine gleiche Menge in eine beſtimmte Menge Waſſer, rühre die verſchiedenen Gemenge um, und ſtelle ſie ruhig hin. Das Gemenge, welches die Kieſelerde enthält, wird ſich zuerſt aufklären, indeſs die Erde aus dem Waſſer zu Boden fällt, wobei die gröbern Theilchen zuerſt, die feinern zuletzt ſinken; nächſt dem das die Kalkerde, zuletzt das die Thonerde enthaltende Gemenge. Nun iſt es aber bekannt, daſs das Waſſer zur Thonerde unter den genannten Erden die ſtärkſte Adhäſion beſitzt.

Ich komme jetzt auf die Hauptfrage: *Kann die Wirkung der Adhäſion eines in eine Flüſſigkeit eingetauchten Körpers an einer hinlänglich empfindlichen Wage bemerkt werden?* Die Frage richtig zu beantworten, bedenke man, daſs unſere Wagen bloſs bewegende, nicht beſchleunigende, Kräfte meſſen; denn das geſtörte Gleichgewicht der Wage wird nicht durch eine beſtimmte Geſchwindigkeit, ſondern überhaupt aus ihrer Bewegung erkannt. —

Setzen wir eine vollkommne Flüſſigkeit voraus, und die dem Körper adhärirende Schicht derſelben wird nicht verdichtet, ſo zeigt die Wage nichts von der Wirkung der Adhäſion. Wird hingegen die am Körper hängende Flüſſigkeit verdichtet, ſo wird das relative Gewicht des Körpers, folglich die bewegende Kraft an der Wage vermehrt; deſſen ungeachtet könnte der Körper, wie ich oben gezeigt habe, langſamer in der Flüſſigkeit zu Boden ſinken, als ohne die Wirkung der Adhäſion. *) Befindet

*) Dieſen Fall hatte ich vor Augen, als ich die in meinen *phyſiſch-mathematiſchen Abhandlungen* beſchriebenen Gewichtsverminderungen, welche ich bei elektriſirten Körpern, und einigen andern, deren Oberfläche mit Oehl beſtrichen war, bemerkt hatte, aus der verminderten Adhäſion der Luft an dieſe Körper erklärte. Herr von Arnim erwähnt S. 421 des *erſten Bandes der Annalen der Phyſik*, meine Verſuche, und meint, es ſey wahrſcheinlicher, daſs die Adhäſion der Luft an einen Körper denſelben leichter mache, weil ſie ihn an die umgebende Luft feſſele, und das Oehl habe wohl die Adhäſion der Luft vermehrt, welches auch mit der Erfahrung übereinſtimme, daſs das Oehl ſchon bei einer niedrigern Temperatur den Sauerſtoff aus der Luft anziehe, und ſo verderbe. Hierauf antworte ich, erſtens: daſs, wenn man ein Feſſeln des Körpers gegen die umgebende Luft annehmen wollte, man nicht bloſs den Lufttheilchen Adhäſion gegen den Körper, ſondern auch eine bemerkbare Cohäſion unter ſich zuſchreiben müſſe, welche letztere Vorausſetzung der Natur einer ex-

ſich der Körper in einer unvollkommenen Flüſſigkeit, ſo vermindert der von der Klebrigkeit der zu verſchiebenden Theilchen herrührende Widerſtand die bewegende Kraft des Körpers, und er wird leichter an der Wage.

Die Erfahrung muſs lehren, ob dieſer Widerſtand ſo groſs iſt, daſs er einen merklichen Einfluſs auf die gewöhnliche Beſtimmung des ſpecifiſchen Gewichts der Körper haben kann. Die von dem Bürger Haſſenfratz bemerkten Unterſchiede in dem ſpecifiſchen Gewichte der Körper bei vermehrter Oberfläche derſelben ſind ſo auffallend groſs, daſs man geneigt wird, ſie irgend einer andern Urſache, als dem von der Klebrigkeit des Waſſers herrührenden Widerſtande zuzuſchreiben. Ich beſchloſs, zu meiner Belehrung, die Verſuche zu wiederhohlen. Die Reſultate davon enthält das Nachſtehende.

Verſuch 1. An der in meinen *phyſiſch-mathematiſchen Abhandlungen* beſchriebenen äuſserſt em-

panſibeln Flüſſigkeit geradezu widerſpricht. Zweitens darf man aus der Verwandtſchaft eines Körpers gegen den Sauerſtoff nicht gerade auf die Adhäſion des Körpers gegen die Luft ſchlieſsen. Beſitzt doch wohl das Waſſer auch weniger Verwandtſchaft zum Sauerſtoffe der Atmoſphäre als das Oehl, und deſſen ungeachtet eine gröſsere Adhäſion gegen die Luft. Wenigſtens ſcheint dies das bekannte Phänomen des Stillen der Meereswellen durch aufgegoſſenes Oehl zu beweiſen. S.

pfindlichen Wage von Hauf, wog ich einen *Stanniolſtreifen*, der 8 pariſer Zoll lang, und 2 Zoll breit war, zuerſt in der Luft und dann unter deſtillirtem Waſſer von 15° Temperatur nach Reaumur ab, und fand das ſpecifiſche Gewicht des Stanniols 7,430. Hierbei iſt zu bemerken, daſs der Stanniolſtreifen, welcher an einem feinen Menſchenhaare aufgehängt war, lothrecht ſo ins Waſſer herab hing, daſs er das Waſſer bei den Oſcillationen der Wage mit der kleinſten ſcharfen Seite durchſchnitt. Die an dem Stanniol hängenden Luftbläschen waren mit einer Federſpuhle ſorgfältig abgewiſcht worden, und unter dieſen Umſtänden ging die Beweglichkeit der Wage bis zu $\frac{1}{2}$ Richtpfennigtheil.

Verſuch 2. Der Stanniolſtreifen wurde mit beiden Enden zuſammengeſchlagen und an dem Haare ſo aufgehängt, daſs der untere aus einander gebogene Theil dem Waſſer eine Stoſsfläche von ungefähr 2 Quadrat-Zoll entgegenſetzte. Die Wage blieb bei dem aufliegenden Gewichte des vorhergehenden Verſuchs zwar noch im Gleichgewichte; aber ihre Beweglichkeit war bis auf 8 Richtpfennigtheile vermindert; offenbar bloſs eine Folge vom Widerſtande des Waſſers. Sie würde bei dieſem Verſuche in der Beſtimmung des ſpecifiſchen Gewichts eine Unrichtigkeit von 0,44 Theilen veranlaſst haben.

Verſuch 3. Der Stanniolſtreifen wurde unter dem Waſſer bis auf $\frac{1}{4}$ Quadratzoll Oberfläche zuſammengefaltet, und ſo viel wie möglich zuſammenge-

preſst. Das ſpecifiſche Gewicht und die Beweglichkeit der Wage fanden ſich genau wie in dem erſten Verſuche.

Verſuch 4. Ein Stanniolſtreifen wurde, wie in dem erſten Verſuche, unter Waſſer aufgehängt, und hierauf das Waſſer in das Vacuum der Luftpumpe gebracht. Es entwickelten ſich eine Menge Luft- und Dampfblaſen aus dem Waſſer, von welchen ſich ſo viel an den Stanniolſtreifen anhingen, daſs er davon auf die Oberfläche des Waſſers getrieben wurde. Nachdem dieſe Blaſen mit einer Federfpuhle weggenommen worden waren, beſtimmte ſich das ſpecifiſche Gewicht des Stanniolſtreifens; es fand ſich = 7,428.

Verſuch 5. Der Stanniolſtreifen wurde bis auf $\frac{3}{4}$ Quadrat-Zoll Oberfläche zuſammengefaltet, abermals mit dem Waſſer unter die Glocke der Luftpumpe gebracht, und hierauf das ſpecifiſche Gewicht = 7,00 gefunden.

NB. Während des Evacuirens kam eine Menge Luftblaſen nicht bloſs aus dem Waſſer, ſondern auch zwiſchen den Blättern des zuſammengefalteten Stanniols hervor, welche dadurch aus einander getrieben wurden. Die nach dem Auspumpen an den äuſsern Seiten des Stanniols hängenden Luftblaſen konnten zwar hinweggenommen werden, aber nicht wohl die zwiſchen den Blättern befindlichen.

Verſuch 6. Der Stanniolſtreifen wurde zuſammengerollt in einer Flaſche voll Waſſer unter die

Luftpumpe gebracht, und hierauf deſſen ſpecifiſches Gewicht nach der Hombergiſchen Methode = 7,42 gefunden.

* * *

Aus dieſen Verſuchen ziehe ich die Folge, daſs der von der Cohäſion und Trägheit der Flüſſigkeiten herrührende Widerſtand gegen die Bewegung der in ſie eingetauchten Körper allerdings einen ſchädlichen Einfluſs auf die gewöhnliche Beſtimmung des ſpecifiſchen Gewichts haben kann, welcher deſto gröſser wird, je gröſser die der Flüſſigkeit ausgeſetzte Stoſsfläche des eingetauchten Körpers, je kleiner ſein relatives Gewicht, und je unempfindlicher die hydroſtatiſche Wage iſt.

Zweitens ſcheint die von dem Bürger Haffenfratz angewendete Methode, die Körper von der ihnen unter Waſſer anhängenden Luft durch das Vacuum der Luftpumpe zu befreien, nicht die beſte zu ſeyn, weil ſie nur dazu dient, eine Menge Luft aus dem Waſſer zu entbinden, welche ſich zum Theil an den feſten Körper und in deſſen Zwiſchenräume begiebt, und es daher von andern zufälligen Umſtänden abhängt, ob der Körper auf die Weiſe ganz von der ihm unter dem Waſſer anhängenden Luft befreiet werde.

Sollten ſich wohl aus dieſen beiden Urſachen die von dem Bürger Haffenfratz gefundenen beträchtlichen Unterſchiede der ſpecifiſchen Gewich-

te bei vergröſserter Oberfläche der Körper erklären laſſen? Die nachſtehenden Verſuche beweiſen mir wenigſtens, daſs das nach meinem Vorſchlage von Ciarcy verbeſſerte Fahrenheitiſche Areometer das ſpecifiſche Gewicht der Flüſſigkeiten mit einer für die Ausübung hinlänglichen Genauigkeit angiebt, und daſs man keineswegs genöthigt ſey, jedesmal zu der umſtändlichern Hombergiſchen Methode ſeine Zuflucht zu nehmen. Ich fand nämlich das ſpecifiſche Gewicht

	mit dem *Areometer*,	nach der Homb. *Methode*
eines ſehr reinen waſſerhellen Provenceröhls	0,9235 —	0,9202
des Weingeiſtes	0,8135 —	0,8135
einer Auflöſung des Kupfers in Salmiakgeiſt	1,0205 —	1,01999

bei 15° Temperatur nach Reaumur. Der Unterſchied zwiſchen den beiderlei Angaben iſt bei dem Oehle am gröſsten, wie wegen der Klebrigkeit dieſer Flüſſigkeit zu erwarten war.

Ich wiederhole bei dieſer Gelegenheit die ſchon anderwärts gegebene Vorſchrift, daſs man, um mit dem allgemeinen Areometer recht genaue Reſultate zu erhalten, nicht verſäumen darf, das Inſtrument vor dem Gebrauche recht wohl zu reinigen, und in die zu unterſuchende Flüſſigkeit bis an das Normalpünktchen einzutauchen, damit durch das Benetzen die Wirkung der Adhäſion der Luft an das Glas aufgehoben werde. Auch iſt es gut, da, wo

man einen hinreichenden Vorrath von der zu untersuchenden Flüssigkeit hat, sich eines Gefäfses zu bedienen, in welchem das Areometer nach allen Seiten hin, hinlänglichen Spielraum habe, weil nach hydraulischen Erfahrungen der Widerstand der Flüssigkeiten in engen Kanälen gröfser als in weiten ist.

Bei dieser Gelegenheit noch ein Paar Worte über die von dem Bürger Hassenfratz angegebenen specifischen Gewichte einiger reinen Erden. Man sehe die *Annalen*, 1. Bd, 4. St., S. 425. Es war mir auffallend, das specifische Gewicht der reinen Bittererde = 0,346 angegeben zu finden, da es doch bekannt ist, dafs sich die Bittererde aus der Auflösung des Bittersalzes in Wasser nicht nur durch kaustisches Kali fällen läfst, sondern dafs auch die ganz frisch gebrannte Bittererde, sobald sie nur vom Wasser benetzt, und eben dadurch von der ihr adhärirenden Luft befreiet ist, im Wasser sehr bald zu Boden sinkt. Sollte die Verbindung des Wassers mit der reinen Bittererde ihr specifisches Gewicht über das Dreifache vergröfsern, so müfste das specifische Gewicht der ungebrannten Bittererde wohl auch beträchtlich gröfser, als der gebrannten Bittererde seyn.

Ich stellte darüber zuerst nach dem von Hassenfratz angegebenen Verfahren einige Versuche an, und fand durch Abwiegen in Queckfilber das

ſpecifiſche Gewicht der gebrannten Bittererde = 0,254, der ungebrannten = 0,347. Hierauf unterſuchte ich auch das ſpecifiſche Gewicht derſelben Erden nach der Hombergiſchen Methode, bediente mich aber ſtatt des Queckſilbers eines vollkommen geſättigten Kalkwaſſers, und nun fand ich das ſpecifiſche Gewicht der gebrannten Bittererde = 2,187, der ungebrannten = 1,225.

Woher dieſer auffallende Unterſchied zwiſchen den beiden Reſultaten? Ich bin geneigt, denſelben aus folgenden Umſtänden zu erklären: Das Queckſilber äuſsert keine Adhäſionskraft gegen die Bittererde, und dringt daher, ſelbſt durch den Druck der Atmoſphäre unterſtützt, bei weitem nicht in alle Zwiſchenräume der lockern Erde, vielmehr dient jener mechaniſche Druck der Luft auf das Queckſilber bei dem Haſſenfratziſchen Verfahren, nur die lockere Erde in der Hombergiſchen Flaſche zuſammenzudrücken, wobei, nach Beſchaffenheit der Umſtände, mehr oder weniger Zwiſchenräume, ja ſelbſt noch Luft innerhalb der Erde zurückbleibt, welches man ſehr deutlich wahrnimmt, wenn man einen Klumpen von der ſo zuſammengeballten Bittererde in Kalkwaſſer oder jede andere Flüſſigkeit wirft, welche die Erde, ohne ſie aufzulöſen, durchdringt, wobei eine Menge Luftbläschen hervorkommt. Mir ſcheint daher bis jetzt das von Herrn Richter angegebene Verfahren, das ſpecifiſche Gewicht der im Waſſer auflöslichen Körper, in den geſättigten Auflöſungen derſelben im Waſſer

zu

zu bestimmen, eins der vorzüglichsten. Man erhält dadurch zwar das specifische Gewicht der Körper in einem Zustande, worin sie von allen durch physische Adhäsions-Kräfte durchdringbaren Zwischenräumen befreit sind; aber auch festere Verhältnisse als bei dem von Haffenfratz oder Kirwan eingeschlagenen Verfahren, wo die Zwischenräume der lockern Erden und Salze blos durch mechanische Kräfte zerstört werden, und daher bald mehr, bald weniger zurückbleiben.

V.

Ueber

DEN EINFLUSS DES SONNENLICHTS

auf die Verdünstung des Wassers,

vom

Prof. EGIDIUS HELLER

in Fulda.

Hängt man an das nämliche Gestelle zwei harmonirende Thermometer neben einander auf, und läfst das eine in freier Luft und das andere in ein Glas voll Wasser herabhängen, zieht aber dieses Glas so weg, dafs an der Kugel des Thermometers ein Tropfen hängen bleibt: so bemerkt man, dafs dieses zweite Thermometer auf einen bestimmten Grad herabfällt und da einige Zeit verweilt, während das erste in freier Luft auf seinem vorigen Grade stehen bleibt. Dieser Versuch ist bekannt, wie auch die Erklärung, dafs das Wasser im Tropfen verdünste und dem Thermometer hierbei Wärmetheile entreifse und mit sich fortführe. Ich nahm mir einmahl vor, mit dem vorbenannten kleinen Apparate Beobachtungen anzustellen, und setzte ihn vor ein Fenster, wo die Sonnenstrahlen den gröfsten Theil des Tages hintreffen konnten. Es waren Queckfilber-Thermometer mit kleinen Kugeln und der 80theiligen Skale. Ich bemerkte in meinem Tagebuche zuerst die Temperatur der Luft *TL*, dann die des Wassers *TW*, subtrahirte von der

anfänglichen Temperatur des Waſſers den Grad, auf welchen das zweite Thermometer während der Verdünſtung herabfiel, und ſtehen blieb, bis es wieder zur Temperatur der Luft zurückgehen wollte, und nannte dieſes *Verdünſtungskälte VK*. Zu gleicher Zeit beobachtete ich Barometer, Hygrometer und die Witterung, und bekam ſo innerhalb einiger Sommer eine groſse Anzahl von Beobachtungen von + 5° bis + 25° R.

Ich ging an dieſe Beobachtungen mit folgendem Grundſatze: *Waſſer von einer gegebenen Temperatur müſſe immer auch die nämliche Verdünſtungskälte zur Folge haben;* fiele z. B. bei + 8° das Thermometer während der Verdünſtung irgend einmahl um 0,6°; ſo müſſe dieſes allezeit und unter allen Umſtänden geſchehen, ſo oft die Temperatur des Waſſers + 8° wiederkäme. Aber ich wurde von dieſem *Irrthume* durch die Beobachtungen, die mich etwas ganz anderes lehrten, ſehr bald zurückgebracht. Ich führe einige Beiſpiele an; ſie ſind von verſchiedenen Tagen und Stunden.

TW.	*VK.*	*TW.*	*VK.*	*TW.*	*VK.*	*TW.*	*VK.*
10,0°	0,5°	10,6°	4,5°	17,0°	4,5°	23,0°	7,0°
10,3	1,4	10,6	2,4	17,0	5,0	23,1	8,1
10,4	0,0	10,8	0,4	17,0	6,4	23,5	6,6
10,4	0,5	10,8	2,8	17,3	2,6	23,6	5,6
10,4	0,6			17,3	5,7	23,7	8,4
10,5	1,5			17,5	3,1	u. ſ. w.	
10,5	2,1			17,5	6,0		
10,5	4,0			17,5	6,1		

Bei diesen Beobachtungen war die *Temperatur der Luft* manchmahl etwas gröfser als die des Wassers. Um diesen besorglichen Unterschied zu beseitigen, observirte ich nur, wenn beide einander gleich waren, oder ich brachte durch die Wärme meiner Hand die Temperatur des Wassers zu der der Luft. Aber umsonst: denn so z. B. fand ich

TL.	*TW.*	*VK.*	*TL.*	*TW.*	*VK.*
17,0°	17,0°	3,4°	12,0°	12,0°	1,7°
17,0	17,0	2,3	12,0	12,0	0,7 u. s. w.

Da unter meinen Beobachtungen doch manche vorkamen, die gleiche Resultate lieferten, (man sehe oben bei 10,5° und 17,5°;) so setzte das dennoch voraus, dafs eine Ursache mit vorkommen müfste, die unter gewissen Umständen gleichförmig wirkte. Die *hygrometrische* Beschaffenheit der Luft war es nicht:

Hygrometer von Retz	*TL.*	*TW.*	*VK.*
34,0°	16,4°	16,4°	4,0°
34,0	16,4	16,4	1,3

Es ist nur zu gewifs, dafs die *Winde* die Ausdünstung beschleunigen. Auch konnte ich sehr deutlich bemerken, dafs mein zweites Thermometer mehr fiel, als vorher, wenn im ersten Falle ein Wind ging; selbst das leiseste Wehen afficirte meine Thermometer. Allein dieser Effect des Windes ist gegen den oben bemerkten Unterschied der Ver-

dünstungskälten zu klein, um ihn begreiflich zu machen.

Sollte vielleicht die Verdünstung des Wassers bei einerlei Temperatur um so rapider und gröfser seyn, *mit je mehr Freiheit der Dunst in einem mihder drückenden Medium aufsteigen könnte?* Ob ich gleich an 200 Beobachtungen vor mir habe, so kann ich nicht mehr als Ein Beispiel anführen, das die Bedingung der Frage erfüllte. Aber es bejahet sie nicht. Hier ist es:

TW.	*VK.*	*Barometerstand*	
17,6°	5,5°	27″ 5,7‴	} von 2 Tagen.
17,8	5,8	27 0,7	

Da solcher Gestalt alle jene Dinge ausgeschlossen waren, von deren Einfluss die Verschiedenheit der Verdünstungskälten bei einerlei Temperatur des Wassers hätte können vermuthet werden, und doch eine, wie es schien, gleichförmig wirkende Kraft mit im Spiele war; so mufste sie sich, meines Erachtens, an Tagen, wo eine gleichförmige, nicht veränderliche Witterung herrschte, zu erkennen geben, und sich bei der Vergleichung offenbaren. Ich beobachtete daher an heitern Tagen mehrmahl, und führe hier einige Beispiele an.

11ter Mai 1794, der Himmel heiter. Oſtluft.			11ter Jun. 1794, der Himmel heiter. Oſtluft.		
Stunden.	TW.	VK.	Stunden.	TW.	VK.
7 U. 30 M. Morg.	11,3°	2,1	6 U. 15 M. Morg.	9,8	1,2
9 - 45 - -	13,0	4,0	8 - 45 - -	18,9	5,5
10 - 45 - -	16,0	5,5	1 - - - Ab.	20,4	7,0
12 - 00 - -	16,5	6,0	4 - 00 - -	15,8	3,2
1 - 00 - Ab.	17,0	6,4	5 - 15 - -	13,4	1,2
2 - 00 - -	15,0	4,2	6 - 00 - -	13,0	0,9
3 - 30 - -	15,7	4,7			
4 - 45 - -	12,0	1,5			

Nun kam den 12ten *Mai*, der auch heiter war, Morgens 7 Uhr 45 Minuten, die Temperatur 16,5 wieder vor, wie ſie den Tag zuvor, den 11ten, um 12 Uhr da geweſen war; brachte aber am 12ten nur eine Verdünſtungskälte von 3,2°, am 11ten aber eine von 6° hervor. Gerade ſo brachte die Temperatur von 17,5° am 10ten *Junius*, der auch heiter war, um 11 Uhr Morgens eine Verdünſtungskälte von 6,1°, und am 12ten bei gleicher Heiterkeit um 7 Uhr Morgens nur eine von 3°. Da nun bei gleichförmiger Witterung zwei Tage hinter einander die nämliche Temperatur dennoch nicht gleiche Verdünſtungskälte hervorbrachte, übrigens aber kein weiterer Unterſchied als in der Zeit obwaltete, in welcher dieſelbe Temperatur ſtatt hatte; ſo — was ſollte ich da aber für einen Schluſs machen? — ſo liegt es vielleicht an den *Sonnenſtrahlen*, die am Ende doch warm machen, ſpäter

aber gewiſs mehr, als des Morgens früh? Sollte dies der Unterſchied ſeyn, der von der Zeit geſetzt wird? Hier ſchien mir auf einmahl ein Licht aufzugehen. Ihm folgend, ſchloſs ich: Wenn Waſſer von einer gegebenen Temperatur von der Sonne erſt nach einigen Stunden ihres Aufganges beſchienen wird, ſo muſs ihr ſchwächeres Licht eine viel kleinere Einwirkung auf den Waſſertropfen haben, als das ſtarke Mittagslicht bei gleicher Temperatur des Waſſers, und *vice verſa*. Dagegen muſs eine gegebene Temperatur gleiche Verdünſtungskälten zur Folge haben, wenn die Wirkung des *gleich ſtarken Lichtes* an zwei gleichförmigen Tagen zur nämlichen Stunde beobachtet wird: nur müſſen die Tage der Zeit nach nicht zu weit von einander entfernt ſeyn. Mit dieſem Grundſatze durchmuſterte ich nun meine Beobachtungen und fand darin ſeine Befeſtigung, ſo ſchwankend auch meine Schätzung der Intenſität des Sonnenlichts war und ſeyn muſste. Beiſpiele hierzu ſind folgende Beobachtungen.

TW.	VK.	Stunden und Witterung. Jahr 1794.
10,4	0,5	6 Uhr 45 Min. Morg. den 10ten Mai. Sonnenſchein.
10,4	0,6	7 Uhr Morgens den 16ten Mai. Sonnenſchein.
10,5	1,5	5 Uhr Abends den 17ten Mai; ſchwacher Sonnenſchein.
10,5	2,1	9 Uhr 45 Min. Morgens den 14ten Mai. Sonnenſchein.
10,5	4,0	3 Uhr Nachmittags den 23ſten Mai. Sonnenſchein.
15,0	3,1	9 Uhr Morgens den 16ten Mai. Sonnenſchein.
15,0	3,0	9 Uhr 30 Min. Morgens den 12ten Mai. Sonnenſchein.
17,5	6,0	12 Uhr den 18ten Mai. Sonnenſchein.
17,5	6,	11 Uhr den 10ten Junius. Sonnenſchein.
21,2	5,7	8 Uhr 30 Min. Morgens den 13ten Junius. Sonnenſchein.
21,3	7,2	10 Uhr 30 Min. Morgens den 13ten Junius. Sonnenſchein.
21,0	7,0	1 Uhr Nachmittags den 6ten Julius. Sonnenſchein.
21,5	5,5	3 Uhr Nachmittags den 6ten Julius. Sonnenſchein. u. dgl. m.

Dieſe Uebereinſtimmung der Beobachtungen mit meinem entworfenen Grundſatze iſt zu groſs, als daſs man ſie bloſs dem Zufalle zuſchreiben ſollte. Wie ſehr vermiſste ich nun ein Inſtrument, womit man die jedesmahlige Stärke des Sonnenlichts zu verſchiedenen Zeiten meſſen könnte, nämlich ein *meteorologiſches Photometer!* Unterdeſſen ſehen wir eine neue Beziehung, die die Sonne zu unſrer Erde hat. Es begreift ſich nun, warum man die

Gradirhäuser gegen die Sonne bauet; warum das Waſſer, das von Dorn zu Dorn fällt, um ſo mehr verdünſtet, je ſonnenreicher die Zeit iſt. Die Sonne zerſtreuet die *Nebel* um ſo gewiſſer, je ſtärker und ungeſchwächter ihre Strahlen darauf fallen. Ich ſah an einem Julius-Tage, daſs 10° Temperatur des Waſſers gar keine Verdünſtungskälte zur Folge hatten, allein es war trüber Himmel und Morgens 5 Uhr. So erhalten ſich bei gewölktem Himmel die Nebel oft lange Zeit in den Thälern der Berge, u. ſ. w.

Endlich wurde ich im Verlaufe meiner Beobachtungen gewahr, daſs gegen den Abend ganz heiterer Tage die Temperaturen des Waſſers und der Luft um meinen Apparat ſo verſchieden wurden, daſs ich darüber in Erſtaunen gerieth. Das erſte Mahl traute ich meiner Beobachtung nicht; beim zweiten Mahle ſchrieb ich in mein Tagebuch: „ich habe mich gewiſs nicht verſehen“; in der Folge wurde ich nur zu gewiſs von der Sache überzeugt. Wenn nämlich mein Apparat beinahe den gröſsten Theil eines heitern Tages der Sonne ausgeſetzt war; ſo kam er nach 4 Uhr Abends, vermöge ſeiner Lage, ziemlich ſchnell in Schatten, und erfuhr daher die Einflüſſe des Lichts und Schattens in kurzen Intervallen. Unter vielen nur einige Fälle, immer vom nämlichen Tage jedes Paar:

	TL.	TW.	Unterschiede.	VK.
3 U. 30 M. Ab.	18,0°	15,7°	2,7°	4,7°
4 U. 45 M. Ab.	18,0	12,0	6,0	1,5
4 U. Abends	15,0	14,0	1,0	4,0
5 U. 50 M. Ab.	14,0	10,0	4,0	1,5

Wenn dagegen der Himmel an einem Tage gleichförmig gedeckt war, so hielten sich die beiden Temperaturen etwas näher zusammen, sowohl Morgens als Abends, und liefsen keine so grofse Unterschiede zu. Diese Erfahrung bestärkte mich in meinem angeführten Grundsatze aufs vollkommenste. Die Auflösung dieses Problems fand ich in einem Briefe des Herrn de Luc, *dieses grofsen Meteorologen*, an Delamethérie in Gren's *Journale der Physik*, B. IV, S. 251, wo er sagt: „Es giebt in der Atmosphäre noch ein anderes Phä„nomen der Wärme, das man nicht zu erklären ge„sucht hat, nämlich ihre *plötzliche Verminderung* „an schönen Tagen *nach dem Untergange der Son„ne*. — Was ist nun die Ursach jener plötzlichen „Verminderung der Wärme?" — S. 252: „Die „Sonnenstrahlen bilden neues Feuer," und: „die „zweite Function der Sonnenstrahlen ist, sie brin„gen in dem Feuer, (Wärmestoffe,) das sie berüh„ren, eine *Vermehrung der expansiven Kraft* zu„wege, welche die Nacht hindurch aufhört." Dies erklärt, meiner Ueberzeugung nach, den von mir beobachteten Unterschied der Verdünstungskälte bei gleicher Temperatur des Wassers aufs voll-

kommenste. Es kam nämlich in meinen Beobachtungen nicht blofs auf die abfolute Menge von Wärme an, welche das Waffer hatte, das verdünften foilte; fondern es kam nun auch auf die Menge und Stärke des Lichts an, das jene Wärme berührte: war bei *gleicher* Menge von Wärme die Menge und Stärke des einfallenden Sonnenlichts gröfser, fo war auch die Verdünftung gröfser, wegen vermehrter Expanfiv-Kraft, und fo umgekehrt. *) Darf ich diefe Anficht nicht fehr intereffant nennen? Sie erklärt die Verfchiedenheit der Verdünftungskälten bei *einerlei* Temperatur des Waffers an einem hellen und an einem trüben Tage; in den verfchiedenen Jahreszeiten, z. B. Frühling, Sommer; in den verfchiedenen Stunden des nämlichen Tages u. f. w. Das Maafs der Ausdünftungskälten wird und bleibt folglich fchwan-

*) Sollte das intereffante Refultat diefer mühfamen Beobachtungen, für welche die Phyfiker Herrn Prof. Heller allen Dank fchuldig find, fich nicht aus der Rumfordfchen Lehre von der hohen *intenfiven Hitze* des Sonnenlichts, welcher Graf Rumford alle dem Anfcheine nach chemifchen Wirkungen des Sonnenlichts zufchreibt, (*Ann. d. Ph.*, II, 268,) fo genügend erklären laffen, dafs man nicht nöthig hätte, deshalb mit de Luc Modificationen in der fpecififchen Elafticität des Wärmeftoffs anzunehmen, und dadurch das Feld der Hypothefen in der Naturlehre noch immer mehr zu erweitern? d. H.

kend und ungewifs, wenn es nicht durch ein Meſſen der Intenſität des Sonnenlichts unterſtützt wird, woher denn ein meteorologiſcher Lichtmeſſer ein wahres Bedürfnifs wird,*) beſonders ſeitdem man die merkwürdige Beobachtung gemacht hat, dafs die Oberfläche der Sonne nicht immer mit gleicher Lichtmenge überſtrömt werde. Siehe Voigt's *neues Magazin für die Naturkunde* u. ſ. w., B. I, H. 3, S. 53, *Nachſchrift.* **)

*) Lieſsen ſich dazu nicht vielleicht empfindliche correſpondirende Thermometer brauchen, deren eines im Schatten, das andere im Sonnenlichte, (vergl. *Ann.*, III, 82,) allenfalls in einen Glas-Cylinder eingeſchloſſen oder unter einem Glas-Recipienten, (*Ann.*, II, 389,) beobachtet würde? *d. H.*

**) Bekanntlich ſtellte zuerſt Herſchel die ingenieuſe Meinung auf, dafs nicht der Körper der Sonne ſelbſt, ſondern ihre Atmoſphäre leuchtend ſey, dafs hier das ringsum ausſtrahlende Licht entbunden werde, und dafs in dieſer Licht-Atmoſphäre meteorologiſche Veränderungen, wie in der wäſſerigen Atmoſphäre unſrer Erde vorgehn, Lichtwolken ſich bilden, verdichten und wieder zerſtreuen. Dabei werde uns mitunter, wenn die Wolken über einem weiten Landſtriche verſchwinden und dort der Sonnenhimmel ſich aufklärt, ein Blick durch die Sonnen-Atmoſphäre auf den dunkeln Sonnenkörper vergönnt, der ſich in Geſtalt von Sonnenflecken zeigt, indeſs ſtark verdichtete Wolkenzüge uns als Sonnenfackeln erſcheinen. Dieſe Vorſtellung erklärt allerdings die Sonnenflecken und Sonnenfackeln ſo genügend, dafs man ihr die Beiſtimmung nicht verſagen kann, zumahl da auch der

Einwurf, den man dagegen aus den scharf abgeschnittenen Rändern des Sonnenbildes gemacht hat, sich daraus heben läßt, daß die Lichtwolken nur bis auf eine unbedeutende Höhe, im Vergleiche mit dem Sonnenhalbmesser, ansteigen, und daß die rings umher ausströmenden Lichttheilchen, gesetzt, sie leuchteten auch selbst, doch entweder von unendlich geringerer Dichtigkeit oder von unendlich geringerer Extension, als die Licht-Materie in den Sonnenwolken sind. Sind wir also gleich berechtigt, aus der größern Menge von Sonnenflecken auf locale Schwächung, so wie aus dem Ueberflusse an Fackeln, auf locale Verstärkung des Sonnenlichts zu schließen, so möchte die daraus entspringende Veränderlichkeit in der Intensität des zu uns herabstrahlenden Sonnenlichts, doch wohl viel zu unbeträchtlich seyn, um sich an irgend einem Instrumente zu offenbaren, oder wohl gar in unsrer Erd-Atmosphäre den herrschenden Charakter der Witterung zu bestimmen, wie dieses im Voigtschen *Magazine*, wohin Herr Prof. Hellar hierbei verweist, vermuthet wird, wo selbst die heiße Witterung des Frühlings 1798, und die häufigern und fürchterlichern Gewitter um Jena, als eine Folge des Umstandes angesehen werden, daß die Sonne um diese Zeit nicht solche Flecken wie sonst gehabt, und folglich um ein Ansehnliches (?) mehr Licht und Wärme gegeben habe. Der große Unterschied der Intensitäten des Sonnenlichts auf der Erdoberfläche ist unstreitig viel näher bei uns, in unsrer Atmosphäre und deren Durchsichtigkeit zu suchen, welche zu beurtheilen, vielleicht Sauſſüre's Cyanometer dienen könnte. *d. H.*

VI.

BEITRÄGE

zur Lehre von der Wärme in phyſikaliſcher und ökonomiſcher Rückſicht,

vom

Herrn Grafen von Rumford

in London.

(Fortſetzung, *Annalen*, IV, Aufſatz 4.)

7. *Beſchreibung von Feuerungsanſtalten zu verſchiedenem ökonomiſchem Gebrauche, als Muſter zur Nachahmung.*

1. *Küchen.*

Unter allen Küchen, die Graf Rumford angelegt hat, iſt von ihm die meiſte Sorgfalt auf die beiden groſsen Münchner Küchen, von denen ſchon in den vorigen Abſchnitten die Rede war, gewandt worden.

„Die Küche in der *Militär-Akademie*“, ſagt der Graf, „iſt, nach vielen Aenderungen, jetzt ſo vollkommen, daſs ich zweifeln muſs, ob ſie ſich noch weiter verbeſſern laſſe. Ihre beiden groſsen Kochkeſſel, und die 3 weiten Pfannen, (*Saucepans*,) die in einem beſondern Herde ſtehen, kann ich als tadelloſe Muſter zur Nachahmung empfehlen, und der Bratofen, (*Roaſter*,) iſt nach 7jährigem täglichen Gebrauche noch immer gut im Stan-

de, und wird es wahrscheinlich noch zwanzig Jahre lang bleiben.

Alle Küchen-Prozesse lassen sich hier mit vieler Leichtigkeit und einem sehr geringen Holzaufwande ausführen, und so z. B. würden, um 100 Bair. Pfund Kalbfleisch zugleich in 6 grosen Stücken zu braten, (*roast*,) nicht mehr als 33 Pfund trockenes Fichtenholz erfordert, das ist, die Klafter von 2967 Bair. Pfunden, zu 4½ Gulden gerechnet, für 3 Kreuzer Holz, welches mir in London anfangs niemand glauben wollte. *)

In der *Küche der Münchner Industrie-Hauses* ist der grose runde kupferne Kochkessel, der in einer

*) Diese *Roaster*, (welche ich nicht anders als durch *Bratöfen* zu übersetzen weis,) sind, wie Graf Rumford versichert, von so ausnehmendem Nutzen, dass er sich schmeichelt, sie in kurzem im allgemeinen Gebrauche zu sehn, indem man in ihnen unendlich an Brenn-Materialien sparte, und sehr wohlschmeckende, saftige Braten erhalte. Ein grosser Roaster von dieser Art wurde im Findlingshause zu London erbaut, und in diesem werden 120 Pfund Rindfleisch zu gleicher Zeit mit einem Kohlenaufwande von nicht mehr als für 4 Pence Sterling gebraten. Eine ausdrückliche Beschreibung dieser Roasters findet sich nicht, doch kommt noch mehreres von ihnen weiterhin bei dem *Backofen* vor, mit dem sie grose Aehnlichkeit zu haben scheinen. Einen der nächsten *Essay's*, die Graf Rumford herauszugeben denkt, wird sich ausschliesslich mit der Einrichtung der Küchen und

kleinen an die Küche anstofsenden Stube steht, nicht minder vollkommen eingerichtet. Ein wohlfeiler, einfach und haltbar gearbeiteter hölzerner Deckel, hält die Wärme in ihm sehr gut zusammen, und durch die Dunströhre desselben wird der beim Kochen entstehende Dampf gleich aus dem Kessel so abgeleitet, dafs die Luft der Küche trocken und gesund bleibt. Zur Ableitung des Dunstes, der von der heifsen Suppe, wenn sie angerichtet wird, aufsteigt, ist noch eine hölzerne Röhre mit einer Klappe angebracht, deren Oeffnung sich an der Decke der Küche befindet, und die man im Winter mit einer Schnur nur dann aufzieht, wenn eben angerichtet wird. Die einzige Verbesserung, die ich noch treffen möchte, wäre, Oeffnungen anzubringen, mittelst deren man die Feuergänge gelegentlich reinigen könnte, ohne das grofse Kochgefäfs aus seiner Stelle heben zu dürfen. Denn diese Reinigung des Bodens und der Seitenwände der Feuergänge mufs bei solchen grofsen Vorkehrungen alle 6 Wochen vorgenommen werden. Gerade über diesem Kochkessel ist ein Behälter angebracht, um Kartoffeln abzutrocknen, die zuerst gekocht, dann geschält und in kleine Stücken zerschnitten werden, und sich so viele Jahre lang aufbewahren lassen. Die acht eisernen Kochtöpfe

der Küchengeräthe beschäftigen, und darin verspricht er auch genaue und umständliche Beschreibungen und Abbildung der *Roasters*, *Saucepans*, Dampfkessel u. s. f. *d. H.*

töpfe in der *groſsen Küche* ſind auch nach guten Grundſätzen eingerichtet; eben ſo der Ofen, der durch den Rauch der Feuerſtätte zweier dieſer Töpfe geheitzt wird, und zum Trocknen des für die Küche nöthigen Holzes beſtimmt iſt. Dieſe Kochtöpfe haben gleichfalls hölzerne Deckel, und ihre horizontalen, hölzernen, mit grober Leinwand umwundenen und mit Oelfarben angeſtrichenen Dunſtröhren, führen den Dunſt beim Kochen gänzlich fort.

Aus der Angabe und Beurtheilung Graf Rumford's der andern Kochanſtalten, die er theils in *Baiern*, theils in *Italien*, *London* und *Dublin* gebauet hat, trage ich hier nur noch einige Umſtände nach:

In der Küche der Pachterwohnung im Park zu München, welche für Haushaltungen von 18 bis 20 Perſonen zum Muſter zu empfehlen iſt, wird einer der Keſſel, welcher im Winter für den Hausbedarf und die Ställe warmes Waſſer liefert, mittelſt des Rauchs eines deutſchen Ofens geheitzt, der in der benachbarten Wohnſtube des Pachters ſteht.

Sind die metallenen Kochgefäſse ſo groſs, daſs ſich ihr Deckel nicht wohl mit der Hand aufheben läſst, ſondern an einem Seile in die Höhe gezogen werden muſs, ſo iſt es immer ſehr vortheilhaft, einen Holzdeckel zu nehmen, der aus mehrern, durch Angeln mit einander verbundenen Stücken beſteht, und der, ſoll er allen Dunſt zurückhalten, auf eine

beſondere, weiterhin zu beſchreibende Art, zu bauen iſt. Die Deckel auf kleinen Kochgefäſsen und auf Pfannen, (*Saucepans*,) ſollten dagegen ſtets aus Zinn beſtehen und doppelt ſeyn.

Wenn man die Kochgefäſse zu beiden Seiten der Küche und nicht unmittelbar unter dem Rauchfange anbringt, muſs man darauf ſehen, daſs das gröſste Kochgefäſs am weiteſten von dem Rauchfange zu ſtehen kommt, und daſs ſie, wie ſie an Gröſse zunehmen, neben einander geſtellt werden, damit im Mauerwerke, worin ſie ſtehen, hinter dem kleinern Raum genug für die Rauchgänge bleibe, die den Rauch von den gröſsern Kochgefäſsen in den Schornſtein abführen. Jeder dieſer Gänge muſs überdies mit einer Klappe oder einem Schieber verſehen ſeyn, und dieſe dürfen auch bei der kleinſten verſchloſſenen Feuerſtätte und bei der geringſten Pfanne nicht fehlen. Sie ſind ganz unentbehrlich.

In der nach Rumford's Angabe gebauten Küche des Findlingshauſes in London wurden die ovalen und vertieften Roſte, aus Guſseiſen, in kurzem geſchmolzen und zerſtört, ſo daſs man zu gewöhnlichen ebenen Roſten aus ſtarken Stangen von Guſseiſen zurückkommen muſste. Vielleicht iſt die Hitze, welche Steinkohlen in verſchloſsnen Feuerſtätten geben, von einer ſolchen Intenſität, daſs bei ihnen die hohlen vertieften Roſte, die in den Münchner Küchen eingeführt wurden, nicht anwendbar ſind. Der Graf hat ſeitdem in München einige Verſuche mit Roſten gemacht, die aus gebrannten, auf

die Kante gesetzten Steinen bestehn, und gefunden, dass sie vollkommen so gut als eiserne sind. Er räth daher, Roste aus dem besten Thone mit zerstossnen Ziegeln vermischt, schicklich zu formen und zu brennen; sie werden wohlfeiler und besser als die eisernen werden.

2. *Tragbare Feldküchen für Armeen.*

Die Kosten einer verschlossnen Feuerstätte lassen sich für eine arme Familie sehr vermindern, wenn man die Oeffnung für Brennmaterialien, das Aschenloch und den Rauchfang mit Backsteinen, oder mit flachen Steinen zusetzt, welche dann die Stelle von Thüre, Register und Klappe vertreten müssen. Als bei der Annäherung der Franzosen unter dem General Moreau die Baierschen Truppen unter meinem Commando, sagt Graf Rumford, in München zur Vertheidigung der Hauptstadt versammelt waren, und einige Regimenter wegen Mangels an Platz in öffentlichen Gebäuden und auf den Wällen campiren mussten, wo es ihnen an Kochanstalten fehlte, hatte ich Gelegenheit, solche Küchen errichten zu lassen, in welchen, ausser den Kochgefässen, nicht ein Stückchen Metall befindlich war.

Es wurden vier grosse, länglich viereckige Kochkessel, von sehr dünnem, verzinnten Kupferbleche in einem Mauerwerke aufgesetzt, das die Gestalt eines Kreuzes hatte. Jeder Kessel erhielt eine Feuerstätte für sich, deren doppelte, mit Klappen versehene Kanäle in den gemeinschaftlichen Rauchfang

ausliefen, der sich über der Mitte des Kreuzes befand. Die Klappen bestanden aus dünnen, flachen Fliefsen; die Roste, auf denen das Feuer brannte, aus gemeinen Ziegelsteinen, die mit ihren Kanten aufrecht gestellt waren; und die Oeffnungen zur Feuerstätte und die des Aschenbehälters wurden auch mit Ziegeln geschlossen, die sich in Fugen auf- und zuschieben liefsen. Unter dem flachen Boden eines jeden Kessels liefen seiner Länge nach drei Feuergänge neben einander, deren mittelster so weit war, wie die beiden Seitengänge zusammengenommen. Die Oeffnung für das Brennmaterial war an dem vom Rauchfange am weitesten entfernten Ende des Kessels angebracht. Die Flamme lief in dem mittelsten Gange bis an das Ende desselben, dann trennte sie sich und kehrte in den zwei Nebengängen zum diesseitigen Ende des Kessels zurück; hier stieg sie in zwei andern Kanälen aufwärts und zum Rauchfange, indefs sie die äufsern Seiten des Kessels bestrich. Die Kessel wurden mit hölzernen Deckeln bedeckt, die aus zwei gleichen Theilen bestanden, welche vermittelst Angeln an einander hingen. Die vier Kessel pafsten einer in den andern, um sie beim Transportiren in einander setzen zu können, da dann der gröfste in eine genau paffende hölzerne Kiste kam. In den kleinsten konnte ein rundes Zelt eingelegt werden, das hinlänglich grofs war, die ganze Kochanstalt zu bedecken, und das in der Mitte ein Loch für den Rauchfang hatte. Diese vier Kessel, nebst dem Zelte und

dem nothwendigen Geschirre, kurz, dieser ganze für ein Regiment von 1000 Mann hinlängliche Küchen-Apparat konnte auf einem irländischen Wagen, der nur von Einem Pferde gezogen wurde, von einem Orte zum andern gebracht werden. Bei dem Regimente *Suffex Miliz*, wo Lord Pelham eine solche Kochanstalt den Sommer darauf nachahmte, wurde dadurch nicht nur viel Brennmaterial, sondern auch viel unnöthige Weitläuftigkeit beim Kochen erspart.

Eben so sehr als diese Feldküchen sind den Armeen leichte und wohlfeile *tragbare Kochkessel* zu empfehlen, um *auf dem Marsche* zu kochen. Häufig, wenn man den abgematteten Soldaten durch warmes Essen stärken zu können wünscht, erlauben es die Umstände nicht, Halt zu machen, Feuer anzuzünden und dabei die Kochtöpfe anzusetzen. Eine Erfindung, wie der *im Kochen begriffne Topf* mit den marschirenden Truppen Schritt halten kann, ist daher für Anführer einer Armee gewifs etwas sehr wünschenswerthes. (Man sehe davon weiter unten.)

3. *Bleichkessel.*

Die vortheilhafteste Gestalt für Kessel aller Art ist die eines länglichen Vierecks. Aufser andern Vortheilen gewährt sie den, dafs der Herd sich sehr leicht mit viereckigen Mauersteinen aufsetzen läfst, und dafs sich die Feuergänge mit den wenigsten Umständen reinigen lassen. Den ersten Kochkessel

von dieſer Geſtalt lieſs ich in dem Hofraume des Dubliner Leinwandhauſes, als ein Modell für die Bleicher aufſetzen. Er iſt 8 Fuſs breit, 10 Fuſs lang und 2 Fuſs tief, und mit einem hölzernen Deckel verſehn, der in eine an dem Keſſel befindliche Fuge hineinpaſst. In dieſe Fuge oder Rinne wird etwas weniges Waſſer gegoſſen, und auf dieſe Art aller Dampf in dem Keſſel verſchloſſen. Dieſer Keſſel iſt um Angeln beweglich, die an dem der Ofenthür gegen über ſtehenden Ende des Keſſels angebracht ſind; wenn es nöthig iſt, lüftet man ihn mit Hülfe einer Schnur, die über eine doppelte Rolle läuft, welche an die Decke über dem Keſſel befeſtigt iſt.

Unter dem Keſſel laufen, ſeiner Länge nach, fünf Feuergänge, die ganz ſo eingerichtet ſind, wie bei dem weiterhin zu beſchreibenden Münchener Brauhauſe, (Taf. VI, Fig 3.) Um die Seiten des Keſſels gehn keine Kanäle, doch ſind ſie gegen die kalte Luft durch eine gemauerte Doppelwand geſchützt, in deren Zwiſchenraume ſich Holzkohlen-Staub befindet. (*Ann. der Ph.*, III, S. 330.)

Das Feuer brennt auf einem ovalen ſchüſſelförmigen Roſte an dem vordern Ende des mittelſten Ganges; ihm entlang läuft die Flamme unter dem Keſſel bis zu dem andern Ende; da trennt ſie ſich und kehrt in den beiden angränzenden Gängen zum vordern Ende zurück, von wo ſie in den beiden äuſserſten Gängen rechts und links zum Hintertheile zurückläuft. Von hier aus geht ſie in zwei Kanä-

len, die etwas schräg aufwärts steigen, zu den Feuergängen eines zweiten Kessels, der so gros wie der erste ist, und worin das Wasser, womit man den ersten Kessel nachfüllt, erwärmt wird.

Da diese Kessel von ausserordentlich dünnem Kupferbleche verfertigt sind, und dieses den Wirkungen des Feuers länger widersteht als starkes, so kosten sie beide zusammen viel weniger als ein einziger Kessel von der gewöhnlichen Art. Herr Duffin, Sekretär der Gesellschaft der Leinwandhändler und Bleicher, hat in einer Berechnung, die sich auf wirkliche Versuche gründet, welche er mit diesen Kesseln selbst gemacht hat, gezeigt, dass die Ersparnis der Brennmaterialien, wenn solche Bleichkessel in allen Bleichen Irlands eingeführt würden, jährlich wenigstens 50000 Pfund Sterling betrüge.

4. *Eine Waschanstalt für Familien.*

Nach denselben Grundsätzen sind die Waschkessel angelegt in dem Modelle einer Waschanstalt, welche ich im Hause der Dubliner Societät der Wissenschaft errichten liess. Die beiden Waschkessel sind länglich viereckig, und der eine wird unmittelbar durch das Feuer, der andre durch den abziehenden Rauch geheitzt. Dieser zweite steht um so viel höher, dass sein Boden mit dem obern Rande des ersten in einer horizontalen Fläche liegt, und das in ihm gewärmte Wasser wird durch eine mit einem metallenen Hahne versehene Röhre dem untern Kessel zugeführt. Aus den Feuergängen des höhern

liegenden Keſſels ſteigt der Rauch durch einen weiten Kanal, (ſo wie man ſie in den Badſtuben findet,) zur Trockenſtube, (welche an die Waſchſtube ſtöſst,) geht um zwei Seiten derſelben herum, und dann durch die Wand in die Plättſtube, wo er endlich in einem offenen Kamine ſeinen Ausweg findet.

Die Keſſel ſind mit hölzernen Doppeldeckeln verſehn, welche, vermittelſt eiſerner Angeln, ſich auf- und zumachen laſſen, und, wie bei den Bleichkeſſeln, in eine an dem Rande des Keſſels angebrachte Rinne, worin ſich Waſſer befindet, paſſen. Auf dieſe Art wird der eingeſchloſsne Dampf gezwungen, in der hölzernen Röhre, die auf einer Seite des Deckels ſteht, welche mit Haken an den Keſſel befeſtigt iſt, 7 bis 8 Fuſs in die Höhe, und dann in einer horizontalen Röhre durch die Wand in das Trockenzimmer zu ſteigen. Hier ſchlieſst an die hölzerne Röhre eine kupferne, von etwa 3 Zoll Durchmeſſer, an, die den Dampf faſt horizontal durch die Mitte des Zimmers zum Fenſter hinaus führt. Als ein guter Wärmeleiter, tritt ſie der Luft dieſer Stube die Wärme des zu Waſſer in ihr ſich verdichtenden Dampfes ab, und dieſes Waſſer läuft aus ihr zum Fenſter hinaus. Stieg dieſes Ende etwas ſchief in die Höhe, ſtatt daſs es ſich abwärts neigt, ſo wäre es noch beſſer, weil dann das verdichtete Waſſer, das noch die Temperatur des kochenden hat, wieder in die Keſſel zurückfallen, und ſo auch etwas zur Erſparung des Brennmaterials beitragen würde.

Der Ofen, worin die Plätteiſen glühend gemacht werden, iſt von Backſteinen und Mörtel über eine flache Pfanne von gegoſſenem Eiſen, als Boden, gebaut. Dieſe Pfanne hat 18 Zoll ins Gevierte, iſt 3 Zoll tief, und wird beim Gebrauche beinahe ganz mit feinem Sande gefüllt. Unter ihr iſt die verſchloſſene Feuerſtätte. Da der Sand der kalten Luft den Zutritt zur Pfanne verwehrt, ſo wird dieſe ſehr bald rothglühend, und bleibt es, und die Plätteiſen, die man unter den Sand ſchiebt, werden, ſo weit ſie die Pfanne berühren, ebenfalls in ſehr kurzer Zeit und mit einem kleinen Aufwande von Brennmaterial glühend. Ein Theil dieſes Plättofens reicht in das Trockenzimmer hinein, doch öffnen ſich die Thüren, wo die Eiſen hineingeſchoben werden, die Ofen- und die Aſchenloch-Thüre, in der Plättſtube. Auch aus ihm wird der Rauch in einer eiſernen Röhre durch das Trockenzimmer geleitet, um die Luft deſſelben mit zu wärmen, und dadurch die Wäſche zu trocknen.

Um das Trockenzimmer allein heitzen zu können, wenn man weder zum Waſchen noch zum Plätten Feuer braucht, iſt unter dem Kanale, der den Rauch vom zweiten Waſchkeſſel nach dieſer Stube führt, gerade da, wo er aus dem Feuer-

*) Dieſe Vorkehrung mit dem Sande kann man auch mit ſehr groſsem Nutzen bei den eiſernen Platten anwenden, worauf man in manchen Privatküchen die Bratpfannen zu ſetzen pflegt.

gängen des Keſſels abgeht, eine kleine verſchloſſene Feuerſtätte angebracht. Soll in ihr Feuer zum Abtrocknen der Wäſche gemacht werden, ſo muſs man zuvor die Ofenthüre und das Aſchenloch-Regiſter der Feuerſtätte des erſten Keſſels verſchlieſsen; wird ſie dagegen nicht gebraucht, ſo verſchlieſst man ſie mit einem eiſernen Schieber, der im Kanale unmittelbar über ihr angebracht iſt.

Damit der Haupt-Waſchkeſſel nicht zu hoch über dem Boden des Waſchhauſes ſtehe, und die Wäſcherinnen, ohne auf Treppen zu ſteigen, in ihm arbeiten können, liegen der Roſt und der Boden der Feuergänge unter dieſem Keſſel faſt in gleicher Fläche mit den Dielen des Waſchhauſes, und der Aſchenbehälter iſt unter denſelben angebracht. *) Vorn vor der Ofenthüre und dem Aſchenloche iſt eine Vertiefung von ungefähr 3 Fuſs ins Gevierte und 2 Fuſs Tiefe, damit man deſto bequemer zu ihnen kommen kann. Man ſteigt auf ein paar Stufen in ſie hinunter, und zu beiden Seiten iſt dieſe Vertiefung noch einige Fuſs unter den Dielen fortgeſetzt, damit man in dieſe Räume das nöthige Holz hineinlegen könne. Wird über einem ſolchen vertieften Vorplatze eine Fallthüre angebracht, ſo müſſen einige Löcher in ſie gebohrt ſeyn, um die nöthige

*) Geht das nicht an, und man muſs um den Waſchkeſſel Stufen anlegen, ſo muſs die oberſte wenigſtens 2 Fuſs breit werden, um Raum genug zur Arbeit zu haben. R.

Luft durch das Aschenloch zum Feuer hinzuzulassen. Der Theil unter der Ofenthüre muss dann mit Blech beschlagen werden, weil zuweilen brennende Kohlen aus dem Ofen herausfallen können.

In Rücksicht der Feuergänge unter dem Haupt-Waschkessel ist noch zu merken, dass sie nicht so, wie bei dem obigen Bleichkessel, eingerichtet sind, wo sich die Flamme theilen müsste; sondern, dass hier nur Ein Feuergang ist, der unter dem Boden des Kessels zweimal hin-, und einmal hergeht, so dass die Flamme erstlich von der Vorder- nach der Hinterseite, dann zurück, und endlich wieder nach der Hinterseite läuft, wo sie in einem unter 45 Grad aufwärts geneigten und mit einer Klappe versehenen Kanale zu den Feuergängen des zweiten Kessels steigt. Damit man die Feuergänge bequem reinigen und den Russ vom Boden des Kessels abkehren könne, sind die Feuergänge an der Vorderseite blos mit doppelten Wänden von Ziegelsteinen leicht vermauert, die man leicht wegnehmen und wieder einsetzen kann.

Um die Seiten des Kessels laufen, in geringer Entfernung, dünne mit Holz getäfelte Wände von Mauersteinen, und der Zwischenraum zwischen diesen und dem Kessel ist mit Holzkohlen-Staub gefüllt. Besser wäre es, es befände sich hier blos Luft, und in der Tiefe einige Communications-Löcher mit den Feuergängen, durch welche die Flamme und der heisse Dampf beim Vorbeigehn hineinspielen und den Kessel umgeben könnten. (*Ann. d. Physik*, III, 332.) Dieselbe Verbesserung müsste

auch an dem oben beſchriebnen Modelle eines Bleichkeſſels angebracht werden, und ich wünſche, daſs dieſes geſchehn möchte. Die Liberalität und Theilnahme, womit meine Verbeſſerungen in Irland aufgenommen wurden, ſetzten mich in den Stand, hier in zwei Monaten mehr zu thun, als ich in England in ſo viel Jahren würde haben thun können, wo es ausnehmend ſchwer iſt, für Verbeſſerungen Aufmerkſamkeit zu erregen.

5. *Heitzung durch Dampf.*

Auf eine ähnliche Art, wie die Trockenſtube, laſſen ſich auch *groſse Säle*, *Badſtuben* und *Treibhäuſer*, mittelſt eines Küchenfeuers, das zugleich zum Kochen gebraucht wird, heitzen, ſelbſt wenn ſie in ziemlicher Entfernung von der Küche liegen. Dies führte Graf Rumford in einem ſehr langen und ſchmalen Saale im Dubliner Arbeitshauſe wirklich aus. Er legte darin einen Herd mit einem Kochkeſſel an. Bei warmem Wetter ſtiegen Dampf und Rauch unmittelbar in den Schornſtein. Soll aber der Saal geheitzt werden, ſo wird der Rauch in einer horizontalen 7 Zoll weiten, auf hohlen gemauerten Pfeilern ruhenden Röhre aus Eiſenblech, von einem Ende des Saals bis zum andern geleitet, und eben ſo der Dampf aus dem Keſſel, in einer mit jener faſt parallelen, doch etwas anſteigenden, 3 Zoll weiten Dampfröhre, die aus ſehr dünnem Bleie beſteht. Ein aus Backſteinen und Kalk gemauerter Rauchkanal, wie er in den Treib-

häufern gewöhnlich ist, würde völlig dieselben Dienste, als die Röhre aus Eisenblech gethan haben. Um dem hintern Ende des Saals eine gleiche Hitze mit dem vordern Ende zu verschaffen, wurden die vordern Theile der Rauch- und der Dampfröhre mit einer warmhaltenden Decke umhüllt. *)

6. *Tragbare Kochkessel für Armeen im Felde; Kessel zu Dampfmaschinen und zum Destilliren.*

Dem Kochkessel, der über dem Herde stand, gab Graf Rumford eine ganz neue Vorrichtung, welche über Erwarten glückte. Er bestand aus dünnem Eisenbleche, und wurde so gearbeitet, dass Scheidewände, die aus dem Boden desselben herabgingen, die Kanäle für das Feuer, (neun rund umher,) bildeten, worin die Flamme um den Kessel spielte. Jede solche Scheidewand aus Eisenblech ist 9 Zoll hoch, $1\frac{3}{4}$ Zoll dick, und innerlich hohl, und zwar hängt diese Höhlung mit dem Kessel so zusammen, dass die in dem Kessel befindliche Flüssigkeit sie ausfüllt. Auf diese Art ist die Flamme von allen Seiten, die untere ausgenommen, mit der zu erwärmenden Flüssigkeit umgeben. Die Feuerstätte besteht blos aus einem flachen gemauerten Herde, dessen Rost völlig eben und auf der Oberfläche angebracht ist,

*) Blos durch Dampf wollte Graf Rumford eine der Hauptkirchen in Dublin und den prachtvollen Dubliner Parlamentssaal heitzen.

so dafs das Aschenloch die einzige Aushöhlung in dem Herde ist. Da, wo der Eingang zum Feuer seyn, und die Flamme aus einem Gange in den andern übergehn mufs, und wo sie in den Rauchkanal, der den Saal heitzt, steigt, sind die Scheidewände unterbrochen, um Platz für diese Durchgänge zu gewähren.

Aus der Beschaffenheit dieses Kessels sieht man leicht, dafs er sich sehr vortheilhaft für die auf dem Marsche befindlichen Truppen gebrauchen läfst; weil man ihn unter ein Fuhrwerk hängen, und während des Marschirens darin kochen, oder wenn man Halt macht, unter ihm sogleich Feuer anmachen, und den Prozefs des Kochens vornehmen kann. (S. S. S. 229.)

Diese Art Kessel ist auch für *Dampfmaschinen*, zum *Destilliren*, und zu andern Gebrauche gar sehr zu empfehlen. Denn da bei ihnen fast alle Entweichung der Wärme ins Mauerwerk vermieden, und vermittelst der hohlen Scheidewände die Oberfläche des Kesselbodens sehr vermehrt wird; so kommt in ihnen die Flüfsigkeit in sehr kurzer Zeit und bei einer sehr kleinen Quantität von Brennmaterial zum Kochen.

Ein anderer Vortheil, den diese Einrichtung der Kessel gewährt, und der besonders die Aufmerksamkeit der *Destillateurs* verdient, ist dieser, dafs, wenn die Decken der von den hohlen Scheidewänden des Bodens gebildeten Feuergänge bogenförmig, oder wie das Dach eines Hauses gewölbt

sind, die dicken, zähen, also auch schwereren Theile der im Kessel befindlichen Flüssigkeit, von diesen convexen Flächen herab in die Vertiefungen gleiten; und da der heifseste Theil der Flamme besonders gegen die Mitte der Wölbungen der Feuergänge spielt, jene zähen, klebrigen Theile nicht an dem Boden des Kessels anbrennen können, was sonst so leicht geschieht, und wodurch der übergetriebene Spiritus einen schlechten Geschmack bekommt.

Will man dergleichen Kessel zum Destilliren verfertigen lassen, so wird es daher nothwendig seyn, dafs man die aus dem Boden sich herabsenkenden hohlen Scheidewände noch breiter machen läfst, als sie bei dem hier beschriebenen Kessel waren. Auch wird es gut seyn, wenn die hohlen Scheidewände selbst bis unter den Boden der Feuergänge herabgehn, um das Anbrennen der klebrigen Theile desto sicherer zu vermeiden.

Zu den dicken Suppen, die man in den Hospitälern kocht, und die ebenfalls leicht anbrennen, würde auch diese Art Kessel sehr tauglich seyn.

7. *Ein musterhafter Backofen.*

Da die Ausgaben für das Weizenbrod für die Armen und Züchtlinge in dem Arbeitshause zu Dublin sehr hoch sich beliefen, so schlug Graf Rumford vor, sie lieber mit Haberkuchen, (*oaten cakes*,) einer Art Brod, zu der sie schon gewöhnt sind, zu beköstigen. Um aber solche Haberkuchen für 1500 Personen ohne grofsen Aufwand von Feuerung ba-

eken zu können, bauete er folgenden Backofen, dem er den Namen eines immerbackenden Ofens, (*perpetual oven,*) giebt.

In dem Mittelpunkte eines cylindrischen Herdes, von ungefähr 8 Fuss Durchmesser, der in der Mitte der grosen Küche dieses Hauses steht, brachte er eine kleine runde verschlossene Feuerstätte an, worin Holz, Torf oder Kohlen gebrannt werden können. Der Durchmesser dieser Feuerstätte ist ungefähr 11 Zoll, ihr Rost liegt 10 Zoll über dem Fusboden der Küche, und nach oben zu verengert sich die Feuerstätte bis auf 4 Zoll. Unmittelbar über diesem Schlunde sind sechs horizontal laufende Kanäle angebracht, jeder mit einer Klappe versehen, um ihn mehr oder weniger verschliesen zu können. Durch diese Kanäle wird die Flamme in sechs abgesonderte Feuergänge unter sechs grosen Platten von gegossenem Eisen geleitet, welche die Gestalt gleichseitiger Dreiecke haben, die alle mit einem Winkel in der Mitte des cylindrischen Herdes zusammenstosen. Diese Platten bilden die Böden von sechs Oefen, die in einer Horizontalfläche liegen, und mit ihren Seitenwänden, welche in der cylindrischen Mauermasse verborgen sind, an einander stosen.

Nachdem die Flamme die Böden dieser Oefen bestrichen hat, steigt sie in zwei Kanälen, die sich in der vordern Wand eines jeden Ofens, einer zur Rechten, der andere zur Linken der Ofenthüre, befinden, in ähnliche Feuergänge unter eine höher lie-

liegenden dreiseitigen Eisenplatte, welche die Bedachung des Ofens ausmacht. Von da erhebt sie sich durch einen mit einer Klappe versehenen Kanal, zu einem hohlen Raume, der über dem cylindrischen Herde angebracht ist, und geht dann durch eine 7 Zoll weite, eiserne horizontale Röhre, die nahe an der Decke der Küche hängt, in den Rauchfang. Die Seitenwände dieser sechs an einander stofsenden Oefen bestehn aus glatten Ziegeln, die $1\frac{1}{2}$ Zoll dick und 10 Zoll ins Gevierte sind, und auf den Kanten stehn. Da jeder Ofen einen eignen mit einem Register versehenen Feuerkanal hat, so kann jeder ohne den andern, und zwar in beliebigen Graden, geheitzt werden, und daher das Backen ununterbrochen fortgehn. Denn wenn man aus einem das fertige Brod herausgenommen, den frischen Teig wieder hineingeschoben, und den Ofen zugemacht hat, so kann man auch sogleich die Flamme wieder unter seine Platte spielen lassen.

Auf diese Art wird der grofse Wärmeverlust vermieden, den man bei grofsen Oefen während der beträchtlichen Zeit des Herausnehmens und Hineinschiebens des Brodes erleidet. Da in jedem dieser kleinen Oefen nur 5 grofse Brode oder Kuchen hineingehn, so sind diese in einem Augenblicke herausgenommen und hineingeschoben; und da die übrigen Oefen zubleiben, so verlieren diese während dieser Zeit gar keine Wärme. Auch ist der Vortheil dabei, dafs man jedem dieser Oefen zu gleicher Zeit einen verschiedenen Grad von Hitze geben

kann, je nachdem der Zuſtand des Gebäcks ihn verlangt.

Da die Haberkuchen gewöhnlich auf heiſsen Eiſenplatten gebacken werden, ſo war ich zwar nicht gewiſs, ob ſich auch *gewöhnliches Brod* in dicken Wecken, in dieſen Metallofen würde backen laſſen; doch hoffte ich, es würde dabei nur auf einen Kunſtgriff in der Regierung des Feuers ankommen. Und in der That habe ich gefunden, daſs, wenn man nur die Vorſicht gebraucht, das Brod nicht eher hineinzuſchieben, als bis die Bodenplatte recht gut durchheitzt iſt, und während des Backens das Zugregiſter nie ganz zuſchlieſst, auch gewöhnliches Brod darin ſehr wohl geräth; ein Kunſtgriff, mittelſt deſſen auch in meinen Bratöfen, (*Roaſters*,) Paſteten, Buddings und ähnliches Backwerk trefflich gerathen, indeſs ſie gänzlich miſsrathen, wenn man die Hitze dabei wie beim Braten regiert.

Gleich nach meiner Zurückkunft aus England ſtellte ich in München Verſuche an, gewöhnliches Brod in ſolchen Oefen, die *von auſsen* geheitzt werden, backen zu laſſen, und dieſe Verſuche ſind mir ſo gelungen, daſs ſchon während vier Monate kein anderes Brod in mein Haus kömmt, als welches der Koch in einem Ofen von dünnem Eiſenbleche bäckt, der, gleich meinen Bratöfen, (*Roaſters*,) von auſsen geheitzt wird. Ich kann verſichern, daſs ich nie beſſeres Brod als dieſes gegeſſen habe. Es iſt ſehr leicht, nicht trocken, und beſonders die Kruſte von delikatem Geſchmacke. Die kleinen Brödchen

werden auf dünnen eirunden Eisenblechen mit zollhohen Füsen in den Ofen gethan, damit die untere Kruste nicht verbrenne. Um den beim Backen entstehenden Dampf aus dem Ofen zu bringen, (welches bei dieser Art, Brod zu backen, unumgänglich nöthig ist,) kann man in dem Ofen entweder eine Dampfröhre mit einer Klappe, oder in der Thüre ein Register anbringen.

8. *Back- und Bratöfen auf Schiffen.*

Diese Art Oefen verdient nicht allein alle Aufmerksamkeit der Bäcker, sondern wäre, so wie meine *Roasters*, auch auf Schiffen sehr brauchbar, da man in ihnen auch bei dem stürmischten Wetter den Prozeſs des Kochens vornehmen könnte, welches bei der jetzigen Einrichtung der Schiffsküchen höchst beschwerlich ist. Damit keiner der Prozesse beim Kochen in meinen *Roasters* durch die Bewegung des Schiffs verhindert werde, muſs man dem *Roaster* die Gestalt eines vollkommenen Cylinders geben, und die Achse desselben in der Richtung der Länge des Schiffes, im Mauerwerke des Herdes befestigen. Die Bratpfanne, worein die Sauce gethan wird, (*Dripping-pan*,) muſs der Längendurchschnitt eines Cylinders seyn, dessen Durchmesser ungefähr um 1 Zoll kleiner, als der des Roasters ist, und sie wird in der Achse desselben mittelst zweier Zapfen so aufgehangen, dass sie sich frei herumschwingen kann. Damit beim Wanken des Schiffes die Brühe nicht überschwappe, ist die Pfanne durch Zwischenwän-

de, die von einer Seite zur andern gehn und sich kreuzen, in einzelne Behältnisse getheilt.

9. *Küchen und eiserne Kochtöpfe für Arme.*

Bei der *Küche für Meiereyen*, die ich zu Dublin erbauete, kam es mir mehr darauf an, mannigfaltige nützliche Einrichtungen, wovon man nach Umständen diese oder jene nachahmen könne, als ein Muster einer vollkommenen Privat-Küche zu geben. Doch ist diese Küche sehr vollständig. Zu beiden Seiten der offenen Feuerstätte unter einem Schornsteine, wie sie in den Häusern des Landmanns allgemein üblich sind, wurde ein *eiserner Kochtopf* von einer eignen Beschaffenheit gesetzt. Dieser ist fast cylindrisch, ungefähr 16 Zoll weit und 8 Zoll tief, und unter seinem flachen Boden ist ein dünner Vorsprung, in Form einer Schneckenlinie, angegossen, der ihm statt des Fusses dient, und zugleich einen spiralförmigen Feuergang bildet, in welchem die Flamme unter dem Boden ihren Umlauf nimmt. Dieser Vorsprung ist 4 Zoll tief; an seinem obern Ende, wo er an dem Boden des Topfes sitzt, beinahe $\frac{1}{2}$ Zoll; und an seiner untern Kante, womit er auf dem Herde ruht, nicht völlig $\frac{1}{4}$ Zoll dick, welches wegen des leichtern Gusses geschieht. Damit die äussere kalte Luft die Seiten des Topfes nicht bestreichen und abkühlen kann, befindet sich der ganze Topf in einem cylinderförmigen Futterale von dünnem Eisenbleche, dessen Durchmesser dem des Topfes an seinem Rande gleich ist, und das selbst

auch den Vorsprung des Topfes umschliefst. Der Rand des Topfes, der aus einem angegossenen, flachen, $1\frac{1}{2}$ Zoll tiefen und etwas spitzig zulaufenden Reifen besteht, ist so gemacht, dafs seine Oberfläche nur gerade in die Mündung des cylinderförmigen Futterals hineinpafst; daher der Topf mit einiger Gewalt in das Futteral hineingedrängt werden mufs; und auf diese Art schliefst auch dieses ganz fest an ihn an. Die dadurch zwischen dem Topfe und der innern Seite des Futterals entstehende Luftumgebung verhindert um desto besser die Entweichung der im Topfe befindlichen Wärme. Das Futteral ist mit zwei Henkeln versehen, damit man den Topf desto bequemer handhaben kann, und auf dem Topfe befindet sich ein hölzerner Deckel.

10. *Ein immer brennender Kalkofen.*

Bei diesem Ofen, den ich zum ersten Mahle im Hofe hinter dem Hause der Dubliner Societät aufführen liefs, kam es mir hauptsächlich auf Folgendes an:

Erstens, das Brenn-Material so anzulegen, dafs es im Brennen den Rauch mit verzehrte, welches dadurch geschah, dafs der Rauch gezwungen wurde, herunterwärts zu schlagen und durch das Feuer zu gehn. — *Zweitens*, die Flamme und den vom Feuer aufsteigenden heifsen Dampf eine beträchtliche Oberfläche des Kalksteins unmittelbar bestreichen zu lassen, damit sie an ihn alle ihre Wärme absetzen können und keine ungenutzt davon

gehe. Zu dem Ende hat der Ofen die Geſtalt eines hohlen abgekürzten Kegels, der im Verhältniſſe ſeines Durchmeſſers ſehr hoch iſt, wird bis oben ganz mit Kalkſteinen gefüllt, und das Feuer in den Ofen, nicht weit über dem Boden, hineingelaſſen. — *Drittens*, den Ofen ununterbrochen in Brand zu erhalten, um den groſsen Wärmeverluſt bei den gewöhnlichen Oefen, wenn man, um ſie zu leeren und wieder zu füllen, das Feuer ausgehn läſst, zu vermeiden. — *Viertens* endlich, daſs der eben fertig gebrannte Kalk, der eine groſse intenſive Hitze beſitzt, beim Abkühlen dieſe Hitze dem nach jedem Herausnehmen friſch zugeſchütteten kalten Kalkſteine abtrete.

Um dieſes alles bewirken zu können, wird das Brenn-Material nicht mit dem Kalkſteine lagenweiſe vermiſcht, ſondern brennt für ſich in einer verſchloſſenen Feuerſtätte, die ſich in den Ofen, nicht weit über deſſen Grundfläche, öffnet. Bei gröſsern Kalköfen kann man rund um den Ofen in gleicher Horizontal-Ebene mehrere ſolche Feuerſtätte anlegen, die, wie beim Porzellän-Ofen, einzurichten und zu regieren ſind. Durch eine Thüre im Boden des Ofens wird der fertig gebrannte Kalk herausgenommen, der übrige ſinkt dann nach, und der oben entſtehende leere Raum wird ſogleich mit friſchem Kalkſteine ausgefüllt. Wenn man die Thüre im Boden des Ofens wieder zumacht, müſſen ihre Fugen mit naſſem Thone verſchmiert werden, damit keine kalte Luft von hier anders, als

durch eine sehr kleine, mit einem Regiſter verſehene Oeffnung in der Thüre, hineinzudringen vermöge. Die hineindringende kalte Luft treibt aus dem heiſsen Kalkſteine die Wärme nach dem friſch zugeſchütteten hinauf. Soll indeſs die Oeffnung nicht mehr Schaden als Vortheil bringen, ſo darf ſie nur ſehr klein ſeyn, und muſs, ſobald der obere Kalkſtein erwärmt iſt, verſchloſſen werden.

Der in Dublin in Eil gebaute Kalkofen war noch ziemlich unvollkommen. Ich lieſs darauf in München für die Pächterei im engliſchen Garten einen verbeſſerten Kalkofen nach eben den Grundſätzen bauen, in welchem ich Verſuche über das Kalkbrennen mit Holz, Torf und Steinkohlen anzuſtellen denke; ein wichtiges Geſchäft, beſonders ſeitdem Kalk ein ſo allgemein gebräuchliches Düngmittel geworden iſt.

Die ganze Einrichtung dieſes Münchner Kalkofens iſt aus dem ſenkrechten Durchſchnitte auf Taf. IV erſichtlich.

Die Höhe deſſelben iſt 15 Fuſs, und ſein innerer Durchmeſſer am Boden 2 Fuſs, an der obern Mündung 9 Zoll. Um die Hitze deſto beſſer in ihm zu verſohlieſsen, hat er doppelte Wände von ſehr dünnen Backſteinen, und der Zwiſchenraum zwiſchen beiden iſt mit trockner Holzaſche angefüllt. Hin und wieder ſind dieſe doppelten Wände mit einer horizontalen Lage von Mauerſteinen mit ein-

ander verbunden, um so dem ganzen Werke mehr Haltung zu geben.

a ist die Oeffnung, durch die das Brenn-Material, (in der Zeichnung, Kohlen,) in die Feuerstätte gelegt wird; durch sie steigt auch die Luft hinab, die das Feuer unterhält. Die Flamme fährt durch die am Boden der Feuerstätte angebrachte Oeffnung seitwärts in den Ofen. Die Oeffnung der Feuerstätte wird durch eine in Angeln laufende eiserne Platte, vermittelst einer Kette, mehr oder weniger verschlossen, und dient statt eines Registers zur Regierung des Feuers. Diese Platte und Kette sind bei *a* in der Zeichnung zu sehn.

b ist eine Oeffnung in der Vorderwand der Feuerstätte. Sie dient zur Reinigung der Feuerstätte und des Communications-Loches, durch das die Flamme in den Ofen tritt, und etwas Luft horizontal zur Feuerstätte hinzuzulassen. Dies ist bei allen Feuerstätten nothwendig, wo man, um den Rauch zu verzehren, die Flamme herabsteigen läßt; daher auch diese Oeffnung nie ganz verschlossen werden darf. Im Boden der Feuerstätte befindet sich ein Rost, der von Mauersteinen, die auf ihren Kanten stehen, aufgesetzt ist, und darunter ein Aschenbehälter, dessen Thüre *c* nur geöffnet wird, wenn man die Asche herausnehmen will, sonst aber immer fest verschlossen seyn muss, weil von hier aus keine Luft in die Feuerstätte dringen darf.

d ist die Ofenthüre, durch die man den Kalk aus dem Ofen nimmt. Sie hat zu dem oben beschriebenen Endzwecke ein Register, und muss fest verschlossen seyn. Da man immer nur so viel gebrannten Kalk aus dem Ofen nehmen muss, als in dem Theile des Ofens befindlich ist, der unter dem Boden der Feuerstätte liegt; so ist, um diese gehörige Menge zu treffen, vor der Ofenthüre ein eben so viel enthaltendes Loch in der Erde angebracht, worin man den Kalk, wie in einem Maasse, aus dem Ofen hereinschaufelt.

Während der Kalk unten herausgenommen wird, schüttet man von oben wieder frische Kalksteine in den Ofen hinein. Das Feuer dämpft man bei dieser Operation durch die Verschliessung der Feuerstätte mit der eisernen Platte bei *a*. Um das Feuer und die Vertheilung der Wärme beim Kalkbrennen noch mehr und besser reguliren zu können, wäre es gut, wenn man an der obern Mündung des Ofens eine Fallthüre von feuerfestem Steine oder gegossenem Eisen anbrächte, die sich nach Belieben mehr oder weniger verschliessen liesse.

VII.

Einige DIOPTRISCHE BEMERKUNGEN,

von

WILL. NICHOLSON. *)

1. *Unterſuchung des Glaſes zu optiſchem Gebrauche, und Unvollkommenheit optiſcher Gläſer.*

Die einzige zuverläſſige Methode, wie ſich ausmachen läſst, ob Glas zu optiſchen Endzwecken taugt, iſt, daſs man es genau in Geſtalt einer Linſe ſchleift, und die Bilder dieſer Linſe mittelſt eines ſtark vergröſsernden Ocular-Glaſes unterſucht. Dabei iſt es jedoch ſehr zu wünſchen, daſs man zuvor ſchon durch leichtere Verſuche das ganz untaugliche ausſondern könne.

Es läſst ſich annehmen, daſs eine Glaslinſe gröſstentheils aus einer Materie von gleichförmiger Dichtigkeit und gleichförmigem Brechungsvermögen beſteht, welche indeſs mehr oder weniger mit andern Glasarten untermiſcht iſt, die ſich als Flecken oder Adern zeigen und den regelmäſsigen Durchgang des Lichts unterbrechen. Werden dieſe Unterbrechungen durch gröſsere Maſſen bewirkt, ſo zeigt ſich die Unvollkommenheit des Glaſes dem bloſsen Auge; ſind es dagegen nur klei-

*) Aus Nicholſon's *Journal of nat. philoſ.*, Vol. I.

ne Theile, so kann das Glas sehr hell zu seyn scheinen, und doch zum optischen Gebrauche untauglicher als anderes seyn, an dem man sichtliche Unvollkommenheiten wahrnimmt. Aus diesem Grunde scheint es mir, dass das Glas sich mittelst eines Vergrösserungsglases, das man dicht an der Oberfläche desselben anbringt, schon ziemlich genau müsse untersuchen lassen.

Ich untersuchte ein ausserordentlich helles, glänzendes, gelbliches plan-convexes Glas von ungefähr 4-Zoll Brennweite, indem ich es auf ein Licht richtete, und ein Ocular-Glas von $\frac{1}{2}$ Zoll Brennweite vor das Auge hielt. Wenn das Licht ungefähr 2 Fuss weit entfernt wurde, zeigte sich eine ausserordentliche Menge kleiner aufrecht stehender Bilder des Lichts, von verschiedner Gestalt, die sich, bei einem grösern Abstande der Objectiv-Linse vom Auge, in Flecken verwandelten. In einer Entfernung von 7 bis 8 Fuss vom Lichte wurden die kleinen Bilder zu leuchtenden Flecken, von denen einige mit abwechselnden Kreisen von Licht und Dunkel umgeben schienen. Auch wurden sie bei dieser Entfernung, rückte man das Auge von der Objectiv-Linse weiter ab, noch viel merklicher.

Einige andere Glaslinsen zeigten nur wenige solche Bilder; in einem gewöhnlichen Theaterglase von 12 Zoll Brennweite, waren sie aber so zahlreich, dass die Linse dem wellenförmigen Fensterglase glich, und aus einiger Entfernung ganz mit Flecken bedeckt schien. Und doch war diese Linse keinesweges dun-

kel, nur dafs ſie bei der allzu unregelmäſsigen Brechung des Lichts keine deutlichen Bilder in der Camera obſcura gab. Ein gutes grünliches Objectiv-Glas von 6 Fuſs Brennweite, durch das ſich eine oder zwei breite Adern hinzogen, veränderte dagegen unter dieſen Umſtänden den Anblick des Lichtes gar nicht, und es war einerlei, ob man es zwiſchen das Auge und das Licht ſetzte, oder nicht.

Dieſe Verſuche berechtigen uns, zu ſchlieſsen, dafs die kleinen Bilder von ſphäriſchen Glastheilchen, die eine mindere Dichtigkeit als das übrige Glas haben, bewirkt werden. Vermuthlich waren es Kieſeltheilchen, deren ſpecifiſche Schwere ungefähr 2,7, und daher faſt dieſelbe als die des grünlichen oder Kronglaſes, hingegen um $\frac{1}{9}$ kleiner als die ſpecifiſche Schwere des Flintglaſes iſt, die 3,2 beträgt.

Als ich den Vollmond durch die zuerſt erwähnte Linſe betrachtete, waren die kleinen Bilder ziemlich deutlich, faſt alle von derſelben Geſtalt, und ihre Gröſse betrug nicht mehr als $\frac{1}{200}$ Zoll.

2. *Mikroſkopiſche Glaskügelchen.*

Im Anfange dieſes Jahrhunderts war das einfache Mikroſkop weit mehr im Gebrauche als jetzt. Unter andern Vortheilen hat es zwei wünſchenswerthe Erforderniſſe, Einfachheit und Wohlfeilheit, und läſst ſich von einem Naturforſcher, deſſen Lage es nicht erlaubt, viel an Inſtrumente zu wenden, ohne Schwierigkeit verfertigen, wie das das Beiſpiel berühmter Naturforſcher lehrt. Dieſen, glaub' ich,

wird es nicht unintereſſant ſeyn, eine leichte Methode kennen zu lernen, wie man ſehr helle Glaskügelchen zu Mikroſkopen ſich verfertigen kann. Die gewöhnliche Methode war: aus weichem weiſsen Kryſtall-Glaſe an der Flamme einer Lampe einen Faden zu ziehen und das Ende deſſelben zu einem Kügelchen zu ſchmelzen. Allein das Kryſtall-Glas enthält Blei, wodurch es bei dem Ziehen geneigt wird, durch Reduction des Bleies undurchſichtig zu werden, wenn man nicht bei der Behandlung alle Sorgfalt anwendet. Ich finde, daſs das harte Glas, woraus man die Fenſterſcheiben macht, gewöhnlich ganz vortreffliche Kügelchen giebt. Dieſes Glas iſt auf den Kanten von einem hellen ſehr durchſichtigen Grün. Ich ſchnitt an der Seite einer Glasſcheibe einen Streifen ab, der noch keinen Zehntelzoll breit war, und hielt ihn am oberſten Ende ſenkrecht vor die Lampenflamme eines Löthrohrs, ſo daſs ſie ungefähr einen Zoll über dem unterſten Ende deſſelben ſpielte. Als das Glas ſchmolz, ſenkte ſich der unterſte Theil ungefähr 2 Fuſs durch ſein eignes Gewicht herab, wo es an einem dünnen Glasfaden, der ungefähr $\frac{1}{500}$ eines Zolls im Durchmeſſer haben mochte, hängen blieb. Ein Theil dieſes Fadens an den unterſten blauen Theil der Flamme einer Lampe gehalten, wurde, ohne daſs man das Löthrohr brauchen durfte, an ſeinem Ende weiſsglühend, und ſchmolz hier in ein kleines Kügelchen zuſammen, das man allmählig und regelmäſsig gegen die Flamme hinrückte, ohne es jedoch in die Flamme ſelbſt

zu bringen, bis das Kügelchen die gehörige Gröfse erlangt hatte. So wurde eine ganze Anzahl verfertigt, und als man die Bilder in ihrem Brennpunkte mit einer ſtark vergröſsernden Linſe unterſuchte, zeigten ſie ſich als recht hell, ganz rund und vollkommen.

3. *Vorſchlag einer Verbeſſerung für Fernröhre.*

Die Optiker haben das Auge oftmahls mit Bewunderung als das vollkommenſte Werkzeug beſchrieben, ſo wie auch, minder genau, manche Schriftſteller über die Endurſachen. Als man das Mittel erfand, die Abweichung wegen der Kugelgeſtalt und wegen der Farbenzerſtreuung der Linſengläſer aufzuheben, vermuthete man, die Anordnung und Geſtalt der einzelnen Theile des Auges habe dieſe Aufhebung zum Zwecke; ein Gedanke, der in der Folge von Maſkelyne *) und Blair **) widerlegt wurde. Hätte man je allgemeine Bemerkungen zur Vervollkommnung der optiſchen Inſtrumente vor deren Erfindung gebraucht, und ſie nicht erſt nach ihrer Entdeckung darauf angewandt; ſo würde man ſich verwundern müſſen, daſs die veränderlichſte unter allen Vorrichtungen, nämlich die der Oeffnung, bisher noch nie in unſern künſtlichen optiſchen Zuſammenſetzungen nachgeahmt worden iſt. Richten wir das Auge nach dem Fenſter oder

*) *Philoſoph. Transact.*, Vol. 79, Art. 21.

**) *Edinburgh. Transact.*, Vol. 2.

nach einem andern lichthellen Gegenſtande, ſo zieht ſich die Iris ſogleich zuſammen; blicken wir dagegen ins Innere der Stube oder nach einer dunkeln Stelle, ſo erweitert ſich die Pupille eben ſo ſchnell. Wie weit dieſe Erweiterung bei äuſserſter Dunkelheit ſteigt, läſst ſich nicht wahrnehmen; in den Fällen aber, die ſich beobachten laſſen, iſt es ſicher, daſs die Oeffnung der Pupille unter einigen Umſtänden gegen 3omahl weiter als unter andern iſt, und daſs ſie ſich bei der Katze um viel mehr als um das 100fache erweitert. Wir dürfen daher, in Uebereinſtimmung mit den allgemeinen Gründen, mit Recht ſchlieſsen, daſs die Deutlichkeit der Fernröhre wahrſcheinlich um vieles zunehmen würde, wenn man ſie mit einer ähnlichen Vorrichtung verſähe.

Jeder Beobachter weiſs, daſs Helligkeit für das künſtliche Sehen eben ſo wichtig als die Vergröſserung iſt. Entfernte Wälder und andere irdiſche Gegenſtände werden bei ſtarken Vergröſserungen, wegen Mangels an Licht, unſichtbar, indeſs man ſie bei geringern Vergröſserungen deutlich wahrnimmt. Leuchtende Gegenſtände ſieht man bei kleinen Oeffnungen ſehr gut und vollkommen, bei gröſsern farbig, indeſs man bei minder lichten Gegenſtänden den ganzen Vortheil gröſserer Deutlichkeit, der von hellerm Lichte herrührt, mitnehmen kann, da bei ihnen die farbigen Säume zu ſchwach ſind, um ſchädlich zu werden. Aus demſelben Grunde kommt es, daſs häufig achromatiſche Fernröhre,

die volles Licht zulaſſen, beſonders gegen Abend, irdiſche Gegenſtände ſehr viel beſſer als Spiegel-Teleſkope zeigen, welche weniger Licht zulaſſen, aber die Bilder mit gröſserer Genauigkeit zu Stande bringen, indeſs die letztern jene bei Planeten weit übertreffen.

Einem ſinnreichen Mechaniker kann es keine groſse Schwierigkeit machen, eine künſtliche Iris, zu verfertigen. So z. B. läſst ſich das Objectiv-Ende des Tubus mit einem meſſingenen Ringe umgeben, und in dieſem, in gleichen Entfernungen von einander, 8 dünne metallene Dreiecke, ſo zwiſchen Klöbchen, unweit einer der Spitzen befeſtigen, daſs durch eine gleichmäſsige Umdrehung derſelben, (die ſich durch ein Rad und durch Getriebe an den Achſen der Dreiecke oder durch ein ſogenanntes Schneckenwerk bewerkſtelligen läſst,) die Oeffnung von 8 Seiten her verkleinert und endlich ganz verſchloſſen wird. Doch wird ſich hierbei jeder Mechaniker, der dieſe Winke benutzen will, ſelbſt zu helfen wiſſen. *)

*) Vorzüglich brauchbar hierzu wäre wohl die von Herrn Inſpector Köhler in Dresden zum Behuf einer genauern Klaſſificirung der Fixſterne angegebene Vorrichtung, welche man in Bodens aſtronomiſchem Jahrbuche beſchrieben findet. *d. H.*

ANNALEN DER PHYSIK.

VIERTER BAND, DRITTES STÜCK.

I.

VERSUCHE UND BEMERKUNGEN über die Kraft des entzündeten Schiefspulvers, vom Herrn Grafen von RUMFORD in London.*)

„Obgleich einige berühmte Phyſiker und Mathematiker über die Kraft des entzündeten Schieſspulvers geſchrieben haben„ ſo iſt dieſe Materie doch in der That noch nicht mit der gehörigen Sorgfalt unterſucht worden. Die neuere Chemie hat zwar über die Urſach und die Umſtände dieſer Entzündung

*) *Philoſophical Transactions of the R. Soc. of London for* 1797, P. II, p. 221 — 292. Durch Abkürzung manches Ueberflüſſigen, und einige Veränderungen in der Ordnung des Vortrags, glaube ich den Werth dieſes für die Artillerie wichtigen Aufſatzes eher erhöht als vermindert zu haben. *d. H.*

viel Licht verbreitet; aber immer fehlt es noch an *dem wahren Maafse für die anfängliche ausdehnende Kraft des entzündeten Pulvers.* Robins glaubte sich aus seinen Versuchen berechtigt, die Expansivkraft des in der Explosion erzeugten flüssigen Stoffs 1000mahl so grofs als den mittlern Druck der Atmosphäre anzunehmen; nach Daniel Bernoulli ist diese Kraft dagegen wenigstens 10000mahl so grofs, als der mittlere Luftdruck. Die Versuche und Schlüsse Robins schienen mir unzureichend zu seyn; ich nahm mir daher vor, diesen wichtigen Umstand durch eine Reihe neuer Versuche, mit Hülfe eines andern Apparats, als Robins, auszumachen, und auf sie gestützt, glaube ich die Behauptung aufstellen zu müssen, dafs jene Kraft wenigstens 50000mahl gröfser, als der mittlere Luftdruck sey."

Der Graf von Rumford beschreibt umständlich die ganze Folge seiner Versuche. Da aber die ersten nicht völlig gelangen, und hauptsächlich nur dazu dienten, ihn auf die beste Vorrichtung zu führen, so wird es hinlänglich seyn, diese nur im Auszuge zu erwähnen. Zuerst kam es darauf an, *wie man das Schiefspulver in einem ringsumschlofsnen Raume entzünden sollte.* In einem kleinen, aufserordentlich starken, zugeschrobnen Laufe, dessen Zündloch bei einem Versuche mit einem Ventil versehn, bei einem andern mit Gold gefüttert war, gelang dieses nicht; die Kraft des Pulvers entwickelte sich zu schnell, als dafs im ersten Falle das Ventil sich hätte schliefsen können,

und war so grofs, dafs es selbst das mit Gold gefütterte Zündloch erweiterte. Man mufste daher suchen, dem Pulver durch die Metallmasse selbst genug Wärme zuzuführen, um es zu entzünden; und dieses gelang in der That mit einem starken Laufe aus dem besten Schmiedeeisen verfertigt, der $3\frac{1}{2}$ Zoll lang, und dessen Bohrung $\frac{7}{10}$ Zoll im Lichten war. Er wurde an beiden Enden mit zwei Schrauben, die jede 1 Zoll tief in den Lauf hineingingen, zugeschroben, und die Schrauben dann verlöthet, um den gehörigen Widerstand zu leisten. Dabei blieb im Laufe eine Kammer 1,45 Zoll lang, die nahe an 0,6 Kubikzoll Pulver fafste. Quer durch ihren Mittelpunkt hatte man den Lauf noch einmahl, seiner Breite nach durchbohrt, und hier zu beiden Seiten zwei eiserne Röhren, genau in gerader Linie, eingelöthet. Diese Röhren waren 0,37, ihr Bohrloch 0,1 Zoll weit, und die kürzere ragte 1,3, die längere 2,7 Zoll weit aus dem Laufe hervor. Jene war nicht ganz durchbohrt; diese diente, um die Kammer und die untere Röhre mit Pulver zu laden. Man nahm dazu das beste feinkörnige Glanzpulver, und bediente sich aller Vorsicht, um keine Stelle der Zündröhre pulverlos zu lassen. War dieses geschehn, so füllte man die oben offene Röhre ganz mit geronnenem Talge aus, und preste die Schraube, die in das obere Ende dieser Röhre $\frac{1}{2}$ Zoll tief hinabging, mit der gröfsten Gewalt gegen ihren geöhlten Lederring, um hier den elastischen Dämpfen, wo möglich, allen Ausgang zu verwehren. Alsdann wurde ein

Stück Gufseifen, das ungefähr $1\frac{1}{2}$ Zoll ins Quadrat, und in der Mitte eine Höhlung hatte, worein die kleinere Röhre gerade hinein paſste, rothglühend gemacht, und um das Pulver loszubrennen, der Lauf ſo hinaufgeſetzt, daſs die kleine Zündröhre in das Loch des Eiſens zu ſtehn kam.

Der Erfolg entſprach der Erwartung vollkommen. Sobald ſich die Hitze durch die kleine Zündröhre gehörig hindurchgezogen hatte, entzündete ſich das Pulver in ihr und in der Kammer, welche bei dieſem erſten Verſuche nur $\frac{1}{8}$ ſo viel Pulver enthielt, als ſie faſſen konnte. Die dadurch entwickelten elaſtiſchen Stoffe fanden nirgends einen Ausgang, und wurden durch dieſe Vorrichtung vollkommen in der Kammer erhalten. Auch war der Knall bei der Entzündung kaum hörbar, und ſo ſchwach, daſs man ihn in einer Entfernung von 20 Schritten ſicher nicht wahrgenommen hätte, ungefähr dem Schalle beim Zerbrechen einer ſehr dünnen Glasröhre ähnlich. Als nach ein halben Stunde die Schraube an der längern Röhre geöffnet wurde, drangen die Dämpfe mit groſser Gewalt und einem ähnlichen Tone wie aus der Windbüchſe hervor. *)

Die nächſte Sorge ging nun dahin, *die Kraft dieſer eingeſchloſsnen elaſtiſchen Stoffe zu meſſen.*

*) Einen vorzüglich intereſſanten Umſtand hierbei, bemerkte Graf Rumford erſt in den ſpätern Verſuchen; ſ. S. 268. *d. H.*

Graf Rumford liefs zu dem Ende die eine der Schlufsschrauben, in der Achse des Laufs $\frac{2}{10}$ Zoll weit durchbohren, dieses Loch mit einem Stöpfel aus gehärtetem Stahle, der über die Schraube herausstand, schliefsen, und hing unmittelbar vor diesen Stöpfel ein schweres Gewicht, an einer langen eisernen Ruthe, die sich wie ein Pendel um eine Achse drehte. Der Druck der elastischen Flüssigkeit gegen den Stöpfel sollte diesen Pendel in Bewegung setzen, und die Gröfse des Schwunges die Kraft des Dampfs messen. Allein, wie man auch die Vorrichtung ändern und bessern mochte, immer entwich der elastische Stoff zum Theil an den Seiten des Stöpfels, und unter gleichen Umständen war der Erfolg häufig so aufserordentlich verschieden und so ungewifs, dafs man in Verlegenheit gerieth, einen Grund für diese Verschiedenheit anzugeben.

Da es nicht möglich war, die Expansivkraft des losgebrannten Pulvers auch nur mit einiger Genauigkeit, auf diese *mechanische* Art, (durch die bewirkte *Pendelbewegung*,) zu messen, so gab Graf Rumford die ganze Vorrichtung auf, und ersann dagegen eine andere, um die Expansivkraft des Pulvers durch ein *statisches* Mittel, nämlich durch *die Gröfse eines Gewichtes* zu messen, das gerade hinreichte, dem Drucke des entzündeten Pulvers gegen eine bestimmte Fläche zu widerstehn. Doch konnte er den aufserordentlich kostspieligen und schwierigen Apparat, der dazu erfordert wurde, erst 1792 zu Stande bringen, als der Auftrag des Kurfürsten

von Pfalz-Baiern, seinen Kriegsstaat einzurichten, ihn, mit Genehmigung des Kurfürsten, in den Besitz aller Hülfsmittel des *Münchner* Zeughauses setzte, und ihm die Hülfe einer Menge sinnreicher Arbeiter verschaffte. Die wichtigen und lehrreichen Versuche, die er mit diesem Apparate anstellte, sind nicht nur die ersten ihrer Art, sondern werden wahrscheinlich lange die einzigen bleiben.

Beschreibung des Apparats.

Die ganze Vorrichtung ist auf Tafel V, Fig. 1, abgebildet; und Fig. 2 zeigt in der Hälfte der wahren Grösse einen vertikalen Querschnitt derselben durch die Achse des Laufs und die Mitte des Zündlochs. Ein sehr fester Stein *A*, 4 Fuss 4 Zoll ins Quadrat, der auf einem Bette von dickem Mauerwerke, das 6 Fuss tief in die Erde hinabging, ruhte, diente der Maschinerie zur unbeweglichen Grundlage, und auf ihn wurde der Lauf *B* auf einen Fuss *C* aus Kanonenmetall aufrecht gesetzt. Dieser Lauf bestand aus Schmiedeeisen, war 2,78 Zoll lang, und an seinem untern Ende 2,82 Zoll im Durchmesser. Hier endigte sich der Umfang desselben in eine Ebene, mit der er auf dem Fusse *C* ruhte, indess aus seiner Mitte die schmale Zündröhre *V*, 0,45 Zoll dick und 1,3 Zoll lang, weiter hinabging. Der Lauf war $\frac{1}{4}$ Zoll im Durchmesser, und 2,13 Zoll lang ausgebohrt; weiter hinab ging noch ein sehr schmales 0,07 Zoll weites und 1,715 Zoll langes Zündloch, welches jedoch nicht völlig durchbohrt, son-

dern unten zu war. Die Zündröhre geht durch ein Loch des Fuſses *C* in eine Höhlung hinab, welche auch nach der Seite zu eine runde Oeffnung *g* hat. Soll das Pulver im Laufe entzündet werden, ſo wird durch dieſe Oeffnung eine rothglühende eiſerne Kugel *W*, mittelſt ihrer langen eiſernen Handhabe *h*, in die Höhlung, und hier durch den Hebel *l* in die Höhe geſchoben, ſo daſs die Zündröhre ganz in ein Loch, welches zu dem Ende in die Kugel gebohrt iſt, hineingeht. Die glühende Kugel erhitzt die Zündröhre ſehr bald ſo, daſs ſich das Pulver in ihr entzündet, und die Ladung losbrennt. Der Fuſs *C* ruhte nicht unmittelbar auf dem Steine, ſondern auf einer $\frac{3}{4}$ Zoll dicken Scheibe *D* aus Schmiedeeiſen, die 8 Zoll im Durchmeſſer hielt.

Die obere Oeffnung des ſenkrecht ſtehenden Laufs wird von einer Scheibe *E* aus gehärtetem Stahle, die oben in eine Halbkugel ausläuft, 1,16 Zoll im Durchmeſſer hält, und unten vollkommen eben iſt, geſchloſſen. Drei kleine, ſenkrechte, cylindriſche Stäbe, welche auf den Lauf befeſtigt ſind, umſchlieſsen dieſe Scheibe ſo, daſs ſie ſich nur ſenkrecht bewegen, ſich heben und wieder fallen kann. Das Gewicht *F*, welches der Expanſion des Pulverdampfs entgegenwirken, und ihn ganz im Laufe zurückhalten ſoll, ruht unmittelbar auf der Halbkugel, und iſt an einige Balken befeſtigt, die ſich in einem hölzernen Rahmen *KK*, mittelſt eines ſtarken Hebels, herauf- und heruntерſchieben laſſen. Dieſes Gewicht beſtand bei vielen der folgenden

Verſuche aus einem aufrecht geſtellten Vierundzwanzigpfünder, der 8081 Pfund wog, und den man in Figur 1 ſieht.

Das obere Ende des kleinen Laufs wurde vergoldet, um es gegen die Pulverdämpfe zu ſchützen, die, im Falle das Gewicht zu leicht war und gehoben wurde, zwiſchen der Halbkugel und dem Laufe herausdrangen. Aber ſelbſt dann ging der ſcharfe Rand des Laufs mehrentheils ſogleich verloren, und auch die untere aufs beſte polirte Ebene der ſtählernen Halbkugel wurde angefreſſen. Indem der ſcharfe Rand weggefreſſen wurde, erweiterte ſich die Mündung des Laufs, wirkte folglich auch der Pulverdampf auf eine gröſsere Fläche der Stahlplatte als zuvor, und dieſer Umſtand würde allein hingereicht haben, die Verſuche des Grafen Rumford über die Stärke des Pulvers zu vereiteln, hätte er nicht ein Mittel gefunden, den Lauf durch Scheiben aus ſehr feſtem und gutem Sohlleder, das auf einem Amboſe tüchtig zuſammengeklopft worden war, hinreichend zu ſchützen. Mittelſt einer beſonders dazu bereiteten Maſchine wurden aus dieſem Leder Scheiben, o,13 Zoll dick, geſchnitten, ſo daſs ſie genau in die Oeffnung des Laufs hineinpaſsten, und nachdem der Lauf geladen war, drehte man eine dieſer Scheiben, mit Talg beſchmiert, mittelſt einer Art von Bohrer, in die Mündung hinein. In dieſer Lage ſieht man ſie in der zweiten Figur. Durch die auſserordentliche Kraft, welche beim Losbrennen des Pulvers von beiden Seiten gegen dieſe

Scheibe wirkte, wurde sie ringsum so stark an den Lauf angepreßt, daſs, (so lange nur das Gewicht nicht so hoch stieg, daſs die Lederscheibe herausflog,) auch nicht das kleinste Theilchen des Dampfs herauszudringen vermochte. Da bloſs der höchste Rand der Mündung durch den entweichenden Dampf weggefreſſen wurde, die Stelle des Laufs aber, wo die untere Seite des Leders daran schloſs, stets völlig unversehrt blieb, so wurde auf diese Art die Erweiterung der Mündung durch den Dampf völlig unschädlich gemacht. Denn es kömmt hierbei nur auf die Gröſse der Fläche an, auf welche der Pulverdampf unmittelbar drückt.

Auch die obere Ebene des Laufs war mit einer Goldplatte bekleidet worden; allein bei einem der Versuche flog ein Stück derselben mit auf. Man nahm daher die ganze Goldplatte weg, und fand es nicht nöthig, eine andere an ihre Stelle zu bringen, bohrte aber dafür den Lauf noch um die Dicke der Goldplatte, d. i. um $\frac{1}{100}$ Zoll, tiefer, um dadurch nichts in seiner Capacität zu ändern. Um die untere Seite der Halbkugel gegen das Anfreſſen völlig zu sichern, fand man es, nach mehrern Versuchen, für das beste, über die Oeffnung des Laufs noch eine Scheibe aus dünnem geöhlten Leder, auf diese eine sehr dünne Platte aus geschlagnem Kupfer, und darauf erst die stählerne Halbkugel zu legen. So oft Dampf entwischte, wurde ein Stück aus dem Leder ausgeriſſen und fortgeschleudert. Aber immer nur ein einziges an dem Rande.

Das Pulver zu den folgenden Verſuchen war von der beſten Art, ſogenanntes Pirſchpulver, ſehr fein gekörnt. Es wurde alles von derſelben Pulvermaſſe genommen, ſehr ſorgfältig getrocknet, und in einer ſehr trocknen Luft ausgewogen, und zwar nach deutſchem Apothekergewichte, wovon 104,8 Gran auf 100 Gran Troygewicht gehn. *) Die Gröſse des Gewichts, welches auf dem Laufe ruhte, iſt in Averdupois-Pfunden, und jede Länge nach engliſchen Fuſsen und Zollen ausgedrückt. Die Verſuche wurden alle im Freien, im Hofraume des Münchner Arſenals, beim ſchönſten Wetter, zwiſchen 9 und 12 Uhr Vormittags, und 2 bis 5 Uhr Nachmittags angeſtellt. Der Lauf ſelbſt aber wurde ſtets in der ſehr trocknen Stube, worin man das Pulver auswog, geladen, und mit der Lederſcheibe verſchloſſen. Beim Aufſetzen des Laufs auf den Stein wandte man die gröſste Sorgfalt an, um ihn

*) Wurde dieſes Pulver recht geſchüttelt, ſo nahm es weniger Raum ein, als Waſſer, das gleich viel wog, wie Graf Rumford durch Verſuche fand. Wenn folglich Pulver in einem eingeſchloſsnen Raume, den es ausfüllt, abgebrannt wird, ſo muſs der elaſtiſche Stoff, den es erzeugt, zum wenigſten ſo dicht als Waſſer ſeyn. Das ſpecifiſche Gewicht der einzelnen feſten Pulverkörner war 1,868; das eines wohlgeſchüttelten Pulvermaaſses 1,077. Nur mäſsig geſchüttelt, hatte es einerlei ſpecifiſches Gewicht mit Waſſer. Doch muſs dieſes natürlich von der Geſtalt der einzelnen Pulverkörner abhängen.

genau senkrecht unter den Schwerpunkt des Gewichts zu bringen. Wenn die glühende Kugel mittelst ihres Hebels auf die Zündröhre geschoben war, so erfolgte die Entzündung sehr schnell.

So oft die Kraft des Pulverdampfs grofs genug war, die Lederscheibe herauszuwerfen, hörte man bei der Entzündung einen sehr schneidenden, (*sharp,*) und aufserordentlich starken Knall. Wurde hingegen das Gewicht gar nicht, oder doch zu wenig gehoben, als dafs die Dämpfe hätten entweichen können, war der Knall kaum wenige Schritte weit hörbar, und hatte mit dem, den man beim Entzünden des Pulvers zu hören gewohnt ist, gar keine Aehnlichkeit. Am meisten glich er dem Geräusche beim Zerbrechen einer dünnen Glasröhre. Oft folgte darauf unmittelbar ein anderer gänzlich davon verschiedener Schall, welcher durch das Zurückfallen des wenig gehobenen Gewichts auf die Halbkugel bewirkt schien. Manchmal entwischte ein wenig Pulverdampf, und dann war der Schall von einer ganz eignen Art, zwar ziemlich weit hörbar, aber dem Knalle einer Flinte ganz unähnlich; eher ein plötzliches, starkes Zischen, als ein heller, deutlicher Knall.

Ob man es gleich jedesmahl dem Knalle anhören konnte, ob ein Theil des Pulverdampfs entwischt sey; so wurde doch zur mehreren Vorsicht noch rings um die Schärfe der stählernen Halbkugel ein Ring von lockerer klarer Baumwolle gelegt, der

sich, wenn etwas Dampf entwischte, sogleich schwarz färbte.

Sehr merkwürdig war der geringe Grad von Expansivkraft, den der erzeugte Pulverdampf zu haben schien, so oft er durch das Gewicht in dem Laufe ganz zurückgehalten, und nur wenige Minuten, ja selbst nur wenige Sekunden, darin gelassen worden war. Denn wurde alsdann das Gewicht mit einem Hebel gelüftet, so erfolgte, indem der Dampf entwich, kein Knall, sondern ein blosses Zischen, kaum so laut als bei der gewöhnlichen Windbüchse.*) Auch war der Druck desselben gegen die Lederscheibe so geringe, dass man ihn beim Heben des Gewichts kaum merkte. Ein Blick in den Lauf machte das begreiflich. Denn statt des elastischen Fluidums, welches ohne Zweifel bei der Explosion vorhanden war, fand sich nun in dem Laufe *ein fester Körper*, so hart als ein Stein, der an den Seiten des Laufs, besonders im obern Theile der Zündröhre, so fest sass, dass man eines Bohrers und vieler Kraft bedurfte, um ihn loszumachen.**) Wenn das Gewicht so hoch gehoben

*) Vergleiche hiermit S. 260.

**) So sehr dieses den Graf Rumford auch überraschte, so unterliess er doch die Untersuchung dieses sonderbaren Produkts, um sich dadurch nicht in dem Laufe seiner Versuche zur Bestimmung der Kraft des Pulvers stören zu lassen, und fordert andre Physiker dazu auf.

„Dieser Stoff", sagt er, „war sehr hart, von Farbe schmutzig-grau, wurde aber an der Luft schwarz,

wurde, dafs die Dämpfe entwichen, so fand sich dieser Körper nie; welches ein offenbares Zeichen zu seyn scheint, dafs er sich erst nachmahls bildete,

hatte einen stechenden Alkali-Geschmack, roch wie Schwefelleber, und zog die Feuchtigkeit der Luft begierig an sich. Als er mit Wasser genäfst war, und man Salpetergeist darauf gofs, brauste er stark auf, und verbreitete einen sehr beleidigenden und durchdringenden Geruch. Beinahe die ganze Pulvermasse schien sich in diesen Stoff verwandelt zu haben; denn es waren nur wenig Dämpfe vorhanden, die beim Aufheben des Gewichts entwichen. Doch war es kein Pulver, nicht einmahl mehr entzündlich.

Der Lauf wurde in diesen Fällen beträchtlich erhitzt. Rührte das aber etwa von dem Wärmestoffe her, der aus dem Pulver beim Losbrennen frei wurde, und durch das Eisen des Laufs davon ging; und ist dieses etwa ein Beweis für die Existenz einer Wärmematerie, als einer Flüssigkeit eigner Art, die wirklich in die Mischung brennbarer Körper oder der Lebensluft mit eingeht, und zu ihrem Verbrennen unentbehrlich ist? — Ich gestehe es, dafs ich einmal der Meinung war, die Hitze, welche sich im groben Geschütze beim Abfeuern zeigt, rühre von den Schwingungen oder der Reibung der Theile der Kanone her, in die sie durch den gewaltigen Schlag gesetzt werden, den sie bei der Explosion des Pulvers erleiden. Allein ich bekenne frei, dafs die aufserordentliche Erhitzung des Laufs in diesen Versuchen mir aus diesem Grunde allein nicht genügend erklärbar scheint.“ Gr. *Rumford.*

und dafs mithin auch im erſten Falle bei der Exploſion lauter Dämpfe mögen vorhanden geweſen ſeyn. Auch iſt es merkwürdig, dafs dieſer Körper nicht durch den ganzen Lauf gleichmäſsig vertheilt war, ſondern ſich hauptſächlich nur im mittlern Theile der Bohrung, beſonders am obern Ende der Zündröhre fand, die faſt davon gefüllt war. Vielleicht, weil hier der Lauf ſich am ſchnelleſten erkältete. Wenigſtens fand ſich dieſer Körper nie im untern Theile der Zündröhre, den die glühende Kugel erhitzte. — Blieben die Dämpfe nach der Entzündung ganz in den Lauf eingeſperrt, ſo ſchien überdies die untere Seite der Lederſcheibe, welche den Lauf von oben verſchlofs, mit einem äuſserſt weifsen Pulver, einer ſehr leichten weifsen Aſche ähnlich, bedeckt zu ſeyn, welches jedoch an der äufsern Luft meiſt augenblicklich vollkommen ſchwarz wurde. *)

*) Dieſe ſchleunige Farbenänderung führt mich auf die Vermuthung, dafs auch der feſte Körper, der ſich im Laufe bildet, nicht urſprünglich ſchwarz oder grau, ſondern weifs geweſen ſey. Ein Verſuch in einer ſehr feſten Glasröhre, (der überdies in anderer Rückſicht unterrichtend und auch fürs Auge ergötzend ſeyn müſste,) würde dieſes entſcheiden. Die Hauptſchwierigkeit dabei beſtünde nicht in der nöthigen Dicke des Glaſes, ſondern darin, die Glasröhre bei der plötzlichen Erhitzung vor dem Zerſpringen zu ſichern. Es ſcheint der Mühe werth zu ſeyn, dafs Phyſiker ſich mit Verſuchen darüber beſchäftigten. Gr. *Rumford.*

Vorläufige Verſuche.

Dieſe ganze Vorrichtung wurde im Herbſte 1792 zu Stande gebracht, und ſogleich ſtellte Graf Rumford mit ihr einige *vorläufige Verſuche* an.

Beim erſten Verſuche wurde der Lauf, der überhaupt 28 Gran Pulver faſste, mit 10 Gran Pulver geladen, und ein Vierundzwanzigpfünder, 8081 Averdupois-Pfund ſchwer, mit ſeiner Seele, als Gewicht, auf die ſtählerne Halbkugel geſtützt. Kaum war die glühende Kugel über die Zündröhre geſchoben, ſo hatte Graf Rumford, nach wenigen Augenblicken ängſtlicher Erwartung, das Vergnügen, dieſen Verſuch völlig gelungen zu ſehn. Der Knall war ſo ſchwach und dem gewöhnlichen Knalle des Schieſspulvers ſo wenig ähnlich, daſs die Umherſtehenden nicht zu überreden waren, ihn für etwas anderes als ein Kniſtern des Laufs zu halten, der von der glühenden Kugel erhitzt werde. Als nach 4 bis 5 Minuten das Gewicht aufgehoben wurde, entwiſchte der Dampf, und der Lauf war von der erwähnten ſchwarzen Maſſe verſtopft. Die Zuſchauer, denen ſo viel Umſtände, bei ſo wenig Pulver, ſchon ſonderbar geſchienen hatten, und die den Pulverdampf mit ſo wenig Kraft entweichen ſahen, fingen an zu lächeln; der nächſte Verſuch lehrte ſie, mehr Reſpekt für ein ſo gewaltiges Wirkungsmittel zu faſſen.

In dieſem zweiten Verſuche wurde der Lauf ganz mit Pulver gefüllt, und der Vierundzwanzigpfünder wieder auf die Halbkugel herabgelaſſen.

Der Lauf war zwar nicht derſelbe als der vorige, aber doch in allem demſelben gleich, ganz ungewöhnlich ſtark, und bei einem Durchmeſſer von $2\frac{3}{4}$ Zoll, betrug die Weite des Bohrlochs nur $\frac{1}{4}$ Zoll, d. h., nicht mehr als die Dicke eines gewöhnlichen Federkiels, ſo daſs das Metall ringsum 5mahl dicker als das Bohrloch war. Die Pulverladung betrug nur wenig mehr als $\frac{1}{16}$ Kubikzoll, d. i., nicht ſo viel, als womit man eine gewöhnliche Taſchen-Piſtole ladet, und kaum $\frac{1}{10}$ von einer ſtarken Musketen-Ladung. Und doch zeigte ſich beim Losbrennen dieſer unbeträchtlichen Pulvermenge eine ſo unbegreifliche Kraft, daſs der Lauf, ungeachtet ſeiner ausnehmenden Stärke, mit einem fürchterlichen Knalle, (der die ganze Nachbarſchaft in Aufruhr brachte, und die Zuſchauer ſo in Schrecken ſetzte, daſs ſie ſich erſt allmählig wieder erholen konnten,) aus einander, in zwei Stücke, deren eins zu den Füſsen Rumford's niederfiel. Da man ſchwerlich durch irgend ein anderes Mittel eine ſo dicke Eiſenmaſſe zu brechen vermag, ſo legte Graf Rumford eines dieſer Stücke in das brittiſche Muſeum, als einen Zeugen ſeiner Entdeckung über die ungemeine Kraft des Pulvers, nieder.

Nach einem Mittel aus ſeinen früher angeſtellten Verſuchen über die Kraft des Zuſammenhalts verſchiedener Körper, *) konnte ein Draht aus gutem

*) Ich war Willens, eine Beſchreibung dieſer Verſuche in der Folge der Londner Geſellſchaft der Wiſſenſchaften

tem Schmiedeeisen, der im Querschnitte $\frac{3}{1000}$ Quadratzoll hielt, 119 Averdupois-Pfunde tragen, ohne zu reifsen. Dieses gäbe für einen Cylinder von demselben Eisen, dessen Querschnitt einen Quadratzoll betrüge, 63466 Pfund, die er, ohne zu reifsen, tragen könnte. Der Bruch des Laufs, mit der gröfsten Sorgfalt gemessen, betrug genau $6\frac{1}{2}$ Quadratzoll. Daraus berechnet Graf Rumford die Kraft, die den Lauf zersprengte, dem Drucke eines Gewichts von $6\frac{1}{2} \times 63466$, d. h., von 412529 Pfund gleich. Und diese erstaunenswürdige Kraft entsprang aus einem Körper, der nicht ganz 26 Gran wog, und noch nicht $\frac{1}{10}$ Kubikzoll einnahm. *) Denkt man sich diese

ten vorzulegen. Aber seit diese Abhandlung geschrieben ist, hat mich ein Mifsgeschick getroffen, welches das unmöglich macht. Als ich im October 1795, nach einer eilfjährigen Abwesenheit von England, aus Deutschland wieder zurückkehrte, wurde ich um 6 Uhr Abends auf dem Sanct-Pauls-Kirchhofe in London in meiner Post-Chaise angehalten, und eines Koffers beraubt, der alle meine Privat-Papiere und alle meine physikalischen Bemerkungen und Notate in sich schlofs. Dieser grausame Unfall hat mir die Früchte der Arbeit meines ganzen Lebens geraubt, und ich habe dabei alles, was mir am wertheften war, verloren. Nichts wird den Eindruck verlöschen, den dieser allzu harte Schlag auf mich gemacht hat. Gr. *Rumford.*

*) Gegen diese Berechnung läfst sich einwenden: 1. dafs das Eisen im Laufe, wahrscheinlich allmählig, von oben nach unten, oder von aufsen nach innen, oder

Kraft auf einer Ebene wirkend, die mit dem Längenſchnitte durch die Achſe des Laufes, ſo weit er gebohrt iſt, eine gleiche Gröſse hat, ($\frac{1}{2}$ Quadratzoll,) und vergleicht mit ihr den mittlern Luftdruck auf

umgekehrt, alſo nicht, wie bei einem mit Gewichtern beſchwerten Drahte, auf einmahl, und deshalb bei einem verhältniſsmäſsig kleinern Drucke gebrochen ſey; 2. daſs die Ungleichheit in der Temperatur des Laufs, der inwendig bis zur Glühhitze, von aufsen gar nicht erwärmt wurde, das Zerſpringen befördert habe; und daſs 3. die Kraft ganz anders, als bei einem mit Gewichten beſchwerten Drahte, z. B. wie an einem Hebel, könnte gewirkt haben. Dagegen würde 4. die Kraft, nach Rumford's Art, ſie zu berechnen, gröſser ſeyn müſſen, als ſie hier beſtimmt wird, wenn der Riſs den Lauf nicht in gleiche, ſondern in ungleiche Theile getrennt hätte, welches indeſs nicht angegeben wird. 5. Die Hauptſchwierigkeit bei dieſer Berechnung der Kraft, welche den Lauf zerriſs, ſcheint mir indeſs dieſe zu ſeyn. Der Längenſchnitt durch die Achſe des Bohrlochs hatte eine Fläche von $\frac{1}{2}$ Quadratzoll, und die Lederſcheibe, welche den Lauf oberwärts verſchloſs, einen Durchmeſſer von $\frac{1}{4}$ Zoll, mithin eine Fläche von $\frac{1}{20}$ Quadratzoll. Da nun der Vierundzwanzigpfünder, der auf die Lederſcheibe drückte, 8031 Pfund wog, ſo würde ſchon bei einem Drucke von 8010 Pfund auf den Längenſchnitt durch die Achſe des Bohrlochs, und mithin auf die gegen über ſtehenden Seiten des Laufs, dem Gewichte des Vierundzwanzigpfünders das Gleichgewicht gehalten worden ſeyn. Bei gröſserer Kraft hätte er gehoben werden, und der Pulverdampf aus der Mündung

eine ſolche Ebene, (ungefähr $7\frac{1}{2}$ Pfund;) ſo zeigt ſich, daſs jene Kraft 55,004mahl ſo groſs als der mittlere Luftdruck geweſen ſeyn müſſe. *) Und wahrſcheinlich war das noch nicht einmahl die gan-

entweichen müſſen. Freilich muſste er zu dem Ende um die Dicke der Lederſcheibe gehoben werden; läſst es ſich aber wohl denken, daſs dieſes mit ſo geringer Geſchwindigkeit geſchehen ſey, daſs dabei der Druck auf die Seiten des Laufs bis zu einer Gröſse anwachſen konnte, wobei die bewegende Kraft, welche auf die Kanone wirkte, bis auf das Fünffache des Gewichts verſtärkt worden wäre, ohne ſie doch vor dem Reiſsen des Laufs 0,13 Zoll hoch zu heben? *d. H.*

*) Dieſer Berechnung liegt wahrſcheinlich folgende Vorſtellung zum Grunde. Daſs der Lauf riſs, war eine Wirkung des Drucks des Pulverdampfs, auf die beiden Hälften des Laufs, die durch den Riſs getrennt wurden, in ſo fern dieſer Druck einer dem andern gerade entgegen wirkte. In ſo fern iſt aber der Druck auf jede Hälfte des Laufs dem Drucke auf den Längenſchnitt durch die Achſe gleich. Nun gehörte, um einen Cylinder von Eiſen, deſſen Querſchnitt ſo groſs als die Fläche des Bruchs wäre, zu zerreiſsen, ein Gewicht von 412529 Pfund, das an der einen Seite des Cylinders hinge, indeſs die andere Seite mit derſelben Kraft zurückgehalten wird. Folglich muſs der Druck auf den Längenſchnitt durch die Achſe 412529 Pfund betragen haben. So vielmahl gröſser dieſe Pfundmenge, als $7\frac{1}{2}$ Pfund iſt, ſo vielmahl gröſser iſt alſo der Druck des Pulverdampfs, als der mittlere Druck der Atmoſphäre.

ze Kraft des Pulvers, da der Lauf vermuthlich eher ſprang, bevor dieſe völlig wirkſam wurde.

Bei den übrigen vorläufigen Verſuchen, die in groſser Menge angeſtellt wurden, fanden ſich keine neuen belehrenden Umſtände.

Wirkungsart des entzündeten Schieſspulvers.

Schon dieſe vorläufigen Verſuche ſchienen mit den Vorſtellungen Robins über die Wirkungsart des entzündeten Schieſspulvers unvereinbar zu ſeyn, und leiteten den Grafen Rumford auf eine neue Erklärungsart, welche er mit vielem Scharfſinne durchführt. Und zwar ſtellt er dabei ſtatt der beiden Vorausſetzungen, worauf Robins bauet, und die man bisher faſt in allen Artillerien ungeprüft angenommen hatte, er aber, ſeinen Verſuchen nach, für unzuläſſig erklärt, (daſs nämlich *erſtens* das Schieſspulver durch Entwickelung und Verdünnung eines permanenten, luftähnlichen Fluidums wirke, und daſs *zweitens* die ganze Ladung ſich entzündet, bevor die Kugel im Geſchütze ihren Ort merklich geändert hat,) die beiden folgenden Behauptungen

Vier Drähte aus der Maſſe des geſprungenen Laufs gezogen, gaben für einen Cylinder von 1 Quadratzoll im Querſchnitte, einen Zuſammenhalt von 63173 Pfund, und dieſes einen Pulverdruck, 54750-mahl ſo groſs als den mittleren Luftdruck. Bei einer ſo ungefähren Rechnung kommt es jedoch auf ſolche Kleinigkeiten nicht an. *d. H.*

auf: *erſtens*, daſs die bewundernswürdige Kraft des entzündeten Schieſspulvers der Wirkung ſtark erhitzter Waſſerdämpfe zuzuſchreiben ſei; und *zweitens*, daſs das Schieſspulver ſich keinesweges in einem Augenblicke, ſondern nur allmählig in mehreren Augenblicken nach einander entzündet; Behauptungen, bei denen freilich die bisherige Theorie der Artillerie nicht länger beſtehn könnte. Doch der Leſer wird hierüber den Grafen Rumford ſelbſt zu hören wünſchen.

Robins zeigt, daſs, wenn das permanente elaſtiſche Fluidum, welches ſich, ſeiner Theorie nach, beim Abbrennen des Schieſspulvers entwickelt, (und aus deſſen Erhitzung er den Knall und die Kraft des Pulvers völlig erklärt zu haben glaubt,) in den Raum, den das Pulver einnahm, zuſammengedrückt, und in dieſem comprimirten Zuſtande bis zur Rothglühehitze erwärmt würde, die Expanſiv-Kraft in *dieſem Zuſtande* 1000mahl gröſser als der mittlere Luftdruck ſeyn müſste; und dieſes iſt gerade, ſeiner Theorie nach, das wahre Maaſs für die Kraft des Schieſspulvers, das *in einer Höhlung, die es ganz ausfüllt*, entzündet wird. Habe ich nun aber, wie mich dünkt, auf das genügendſte bewieſen, daſs die Kraft des Pulvers nicht 1000-, ſondern wenigſtens 50000mahl gröſser iſt, als die des mittlern Luftdrucks, ſo iſt Robins Theorie, und die Vorſtellung, worauf ſie beruht, widerlegt.

Dieſe ungeheure Expanſiv-Kraft weiſs ich, für meinen Theil, nicht anders als aus der Expanſiv-

Kraft der *Wasserdämpfe* zu erklären, die sich beim Entzünden des Schiefspulvers bilden. Sowohl die beiden Bestandtheile des Wassers, als auch Wasser selbst, sind in der Mischung des Pulvers vorhanden, und wahrscheinlich bildet und entwickelt sich Wasser bei der Entzündung. Dieses wird aber bekanntlich beim Erhitzen so aufserordentlich viel stärker, als irgend ein permanentes elastisches Fluidum ausgedehnt, und die Kraft der Dämpfe ist schon wenige Grade über dem Siedepunkte so gewaltig, dafs es denkbar ist, wie Dämpfe, die zur Rothglühehitze erwärmt werden, (und dies ist beim Entzünden des Schiefspulvers sicher der Fall,) die ungeheure Expansiv-Kraft bewirken können, worüber am Ende dieser Abhandlung noch eine besondere Berechnung folgt. Es ist daher sehr unnöthig, mit Lavoisier zu der Menge des ungebundenen Wärmestoffs, eines doch immer nur hypothetischen Wesens, seine Zuflucht zu nehmen, um die Kraft des Schiefspulvers zu erklären. Auch scheint mir selbst die Art, wie der Pulverdampf einer Kanone in der Luft ansteigt, sich allmählig zersetzt und endlich unsichtbar wird, die Anwesenheit von Wasserdämpfen zu beweisen.

Ist es aber hauptsächlich die Expansiv-Kraft erhitzter Wasserdämpfe, die im Schiefspulver wirkt, so ist eine *Kanone* nichts anderes als eine *Dampfmaschine* von einer eignen Vorrichtung; und wenn das Gesetz bestimmt werden könnte, wonach die Expansiv-Kraft dieses Dampfes sich mit der Dich-

tigkeit und Temperatur deſſelben ändert, ſo würde man das wahre, und zwar ein ganz anderes Geſetz für die Wirkung des Schieſspulvers erhalten, als worauf Robins in ſeiner Artillerie bauet. Zwar mache ich darauf keinen Anſpruch, dieſes Geſetz mit völliger Präciſion beſtimmt zu haben; das, glaub' ich, erhellet aber aus den folgenden Verſuchen unwiderleglich, daſs die Kraft des entzündeten Pulvers bei weitem gröſser iſt, als man ſich bisher eingebildet hatte, und daſs die Wirkung deſſelben hauptſächlich auf einem nicht-permanenten elaſtiſchen Fluido beruhet; daſs mithin *alle bisherige Theorien über das Schieſspulver weſentlich falſch ſind.*

Schon ſeit vielen Jahren mit Unterſuchungen über die Kraft des entzündeten Pulvers beſchäftigt, habe ich oft Gelegenheit gefunden, die Wirkung deſſelben unter ſehr verſchiedenen Umſtänden zu beobachten, beſonders auf der Flotte, die 1779 unter Befehl meines Freundes Sir Charles Hardi auslief, bei der ich mich als Volontair auf der Victory befand, und bei dem Uebungsſchieſsen die Wirkung der gröſsten Stücken vor Augen hatte. Als ich nachmahls nach Amerika ging, um mich an die Spitze eines dort von mir errichteten Kavallerie-Regiments zu ſtellen, erlaubte mir der König, vier Stücken leichte Artillerie und Ammunition mitzunehmen, und auch dieſe Kanonen dienten mir zu vielen intereſſanten Verſuchen. Sie überführten mich je länger, deſto mehr, von der gänzlichen Falſchheit der bisherigen Theorie über die Entzün-

dung des Schiefspulvers, sowohl was die Gröfse der dadurch bewirkten Kraft, als insbesondere auch die augenblickliche Entzündung der ganzen Ladung betrifft.

Wird ein schweres Geschütz auf die gewöhnliche Art abgefeuert, indem man das Zündloch locker mit Pulver anfüllt und dieses mit einer Lunte anzündet; so läfst sich die Zeit, welche verstreicht, ehe die Entzündung durch das Zündloch bis in die Kammer des Geschützes übergeht, sehr wohl wahrnehmen, und diese Zeit ist sichtlich kürzer, wenn das Stück nach wiederhohlten Schüssen sich erhitzt hat. Bei derselben Ladung fährt die erhitzte Kanone weiter zurück, als die noch kalte, ist mithin in jener die Geschwindigkeit der Kugel gröfser. Eben so ist die Geschwindigkeit der Kugel viel beträchtlicher, wenn man die Kanone mittelst einer Zündröhre, (*Vent tube,*) losbrennt, oder indem man eine mit Pulver geladene Pistole in das offne Zündloch abschiefst, als wenn man das Zündloch locker mit Pulver ausfüllt. Die Geschwindigkeit zweier oder dreier Kugeln, die aus einem groben Geschütze zugleich abgefeuert werden, ist im Vergleiche mit einer einzigen Kugel gröfser, als sie nach der Theorie seyn sollte. Häufig wird selbst eine ansehnliche Pulvermenge, *ohne sich entzündet zu haben,* aus Kanonen und anderm Feuergewehre heraus geworfen.

Die ganze Theorie Robins, oder vielmehr das gesammte Gebäude von Rechnungen, welches er nach dieser Theorie aufgeführt hat, um aus dem

Gewichte der Kugel, aus den Dimenſionen der Kanone und aus der Ladung, die Geſchwindigkeit der abgeſchoſſenen Kugel zu finden, fuſst auf die augenblickliche Entzündung der ganzen Ladung, iſt mithin unrichtig, wenn dieſe Erfahrungen beweiſen, daſs das Pulver ſich keinesweges ſo plötzlich, als er annimmt, entzündet. *)

(Der Beſchluſs im nächſten Stücke.)

*) Stimmen Robins Berechnungen deſſen ungeachtet mit der Erfahrung ſo ziemlich, ſo liegt das wahrſcheinlich darin, daſs, ſo groſs die Fehler ſeiner Theorie auch ſind, ſie ſich dennoch einigermaſsen aufheben. Nimmt er die Kraft des Pulvers 50mahl zu klein an, ſo wird dafür, durch die Vorausſetzung der augenblicklichen Entzündung, die Kraft viel gröſser, als ſie ohne dies ſeyn würde; auch ſchwächt der Widerſtand der Luft die Geſchwindigkeit der Kugel ſtärker, als man damahls glaubte. Vielleicht, daſs ſich aus ſeinen Verſuchen durch Rechnung die Zeit finden lieſse, in der, nach Umſtänden, eine gegebene Pulvermenge ſich ganz entzündet; und das wäre ein Haupt-Datum zu einer verbeſſerten mathematiſchen Artillerie. Graf Rumford kommt am Ende dieſer Abhandlung noch einmahl auf die allmählige Entzündung des Pulvers zurück, und trägt dort die eigentlichen Beweiſe zu ſeiner Behauptung nach. *d. H.*

II.

ABHANDLUNG

über die Platina, und ihre Nutzbarkeit in den Künsten, besonders zu Spiegel-Teleskopen,

von

ALEXIS ROCHON,

Mitglied des National-Instituts und Director des Marine-Observatoriums zu Brest. *)

Die Platina ist ein sehr strengflüssiges, unveränderliches, äusserst compactes, und einer schönen Po-

*) *Journal de Phys. par* Delamétherie, T. 4, p. 3-15. „Diese Abhandlung", sagt Rochon, „wurde im November 1786 in der Pariser Akademie der Wissenschaften vorgelesen, und darauf im zweiten Theile meiner Reise nach Madagaskar abgedruckt. Durch einen Zufall, der sich weder vorhersehen noch vorbeugen liess, ist dieser zweite Theil nicht wirklich in das Publikum gekommen. Er enthielt kleine, zum Seewesen gehörige Aufsätze, Untersuchungen über die Karten von Indien, und eine Abhandlung über die Instrumente, welche dem Schiffer nützlich und nothwendig sind. Man wird finden, dass gegenwärtige Abhandlung über die Platina dieser Materie nicht fremd ist." Im Originale ist sie auf das bunteste mit gelegentlichen optischen Bemerkungen über das Flintglas und die achromatischen Fernröhre untermischt, welche ich lieber in einen besondern Aufsatz zusammenziehe.

d. H.

litur fähiges Metall, welches man bis jetzt nur in den Goldminen von *Choco* gefunden hat. Bei den Spaniern, wurde sie *Juan blanca*, und bei den Franzosen *Or blanc*, oder *Platina del Pinto*, d. h. Halbsilber von Pinto, genannt.

Wir erhalten die Platina aus *Choco*, in der Gestalt kleiner, unregelmäfsiger, dreikantiger Körnchen, deren Ecken abgerundet sind. Diese Körner lassen sich dehnen und strecken, werden vom Magneten angezogen, und sind nie ganz rein, sondern stets mit einem schwarzen, glänzenden Sande gemischt, auf welchen der Magnet stark wirkt. Selbst dieser Sand ist noch mit kleinen Goldblättchen und mit Stückchen kleiner colorirter Krystalle vermischt. — Das specifische Gewicht der Platina verhält sich zu dem des Goldes, wie 22 zu 19½.*) Eben so wie dieses, ist die Platina für alle einfache Säuren unauflöslich. Ihre Farbe kömmt der des Silbers näher, als der Farbe des Eisens.

Während meines Aufenthalts zu *Corunna* im Jahre 1770 schenkte mir der damalige General-Intendant von Gallizien, ein kleines, etwa 8 Unzen schweres Plättchen Platina, welches mit vielem Zink und Kupfer vermischt war, und das man in Spanien für ein seltenes und merkwürdiges Stück hielt. In der Folge erhielt ich von Büffon zwei Stücke von ganz ähnlicher Mischung, die in Lima waren ver-

*) Vergl. *Ann. d. Ph.*, I, 369 f. Guyton's Aufsatz über die Eigenschaften des Platins. *d. H.*

fertigt worden. Verarbeitet man ſo die Platina in Peru, ſo darf man ſich nicht wundern, daſs Reiſende es nicht der Mühe werth achteten, ſolche Arbeiten nach Europa zu bringen, worin der Platina durch die Beimiſchung alle die Vorzüge entgehn, welche ſie in ihrem reinen Zuſtande über alle andere Metallarten erheben.

Man glaubt zwar, die Platina ſey in Europa nicht eher als 1748, durch die Reiſebemerkungen Ulloa's bekannt geworden; allein es ſcheint, daſs ſchon Julius Scaliger ſie kannte, da er in einem zu Frankfurt 1601 gedruckten Werke ein ähnliches Metall folgendermaſsen beſchreibt: *Praeterea ſcito infunduribus, qui tractus eſt inter Mexicum et Darien, fodinas eſſe auricalchi, quod nullo igni, nullis hiſpanicis artibus, hac tenus liqueſcere potuit.* — Scaliger wuſste alſo, daſs man zwiſchen Mexico und der Meerenge von Darien ein Metall entdeckt hatte, das ſo ſtrengflüſſig war, daſs die Spanier es nicht zu gieſsen vermochten, und daraus argumentirte er gegen Hieronymus Cardan, deſſen Erklärung der Metalle er angriff. Izquierdo, Director des königlichen Kunſtkabinets zu Madrit, hat mir dieſe Stelle mitgetheilt, welche eben ſo merkwürdig als entſcheidend iſt. Dieſer Gelehrte verbindet mit der Eigenſchaft eines geſchickten Naturforſchers viele Kenntniſſe in den Künſten, und beſchäftigt ſich ſehr mit ihren Fortſchritten.

In den Abhandlungen der Schwediſchen Akademie fürs Jahr 1751 findet man mehrere Verſuche,

welche Theodor Scheffer über die Platina angeſtellt hat. Der intereſſanteſte dieſer Verſuche iſt der, welcher darthut, daſs dieſes Metall vollkommen flüſſig wird, ſo bald man es mit einer geringen Quantität Arſenik vermiſcht. — Wilhelm Lewis, welcher viele gute Erfahrungen über denſelben Gegenſtand gemacht hat, wollte Scheffer's Verſuch nicht wiederhohlen, weil es ihm widerſinnig ſchien, ein feuerbeſtändiges Metall mittelſt einer Subſtanz, welche von einer mäſsigen Hitze verflüchtigt wird, ſchmelzen zu wollen.

Turgot, dieſer berühmte Mann, deſſen Kenntniſſe und Tugenden ſein Jahrhundert übertrafen und bis zur ſpäten Nachwelt übergehen werden, ſchickte während ſeines Miniſteriums den berühmten Botaniker Dombay nach Peru, unter andern mit dem Auftrage, keine Koſten zu ſparen, um den Gelehrten eine zu ihren Verſuchen hinlängliche Menge von Platina zu verſchaffen, überzeugt, daſs ein Metall, welches ſeiner Natur nach unzerſtörbar iſt, zur Verfertigung der Teleſkope und der Spiegel-Quadranten, deren ſich die Schiffer, um aus Abſtänden des Mondes von der Sonne und von Sternen ihre Länge zu meſſen, bedienen, von unſchätzbarem Werth ſey.

Nicht alle undurchſichtige Körper ſind gleich geſchickt, die Lichtſtrahlen regelmäſsig zurück zu werfen; vielmehr giebt es nur ſehr wenige, welche dieſe Eigenſchaft beſitzen. Der *gehärtete Stahl*, der *Schwefelkies*, der unter dem Nahmen der Incasſpiegel

bekannt ist, und die mit Folie belegten *Gläser*, werfen zwar das Licht regelmäfsig zurück, laffen fich aber darum doch nicht zu Spiegeln in Teleskopen brauchen. Die Gewalt, womit gehärteter Stahl beim Poliren gerieben werden mufs, die Unvollkommenheit und die ganze Befchaffenheit der Schwefelkiefe, und die Schwierigkeit bei den mit Folie belegten Gläfern, doppelte Bilder zu vermeiden, find die Urfachen, welche diefes verhindern. Die Optiker haben fich daher bis jetzt nur eines nach verfchiedenen Verhältniffen aus *Arfenik*, *Kupfer* und *Zinn* gemifchten Metalls zu Spiegel-Teleskopen bedienen können. Allein diefe Metallgemifche, welche von jeder Säure angegriffen werden, verlieren fehr bald an der Luft ihre Politur, und um diefe ihnen zu erhalten, bedarf es einer Sorgfalt und einer Vorficht, die nur weniger Sache ift; fo dafs felbft die Ueberlegenheit der Spiegel-Teleskope über die dioptrifchen Ferngläfer, die Aftronomen noch nicht dahin vermocht hat, ihnen den Vorzug zu geben, weil es allzu fchwierig ift, fie bei häufigem Gebrauche in der Nacht vor Roft zu bewahren. Herfchel hatte diefe Furcht nicht; und mit Hülfe grofser Reflectoren machte er die unfterblichen Entdeckungen am Himmel, die wir ihm verdanken. *)

*) Herfchel foll dabei Vergröfserungen angewandt haben, welche die Aftronomen in Erftaunen gefetzt haben, die aber in der That weniger befremden, wenn man fich ihrer zu Sternenbeobachtungen, wie

Wenn Herschel's Entdeckungen nicht hinreichten, den grofsen Vorzug der Spiegel-Teleskope vor den Ferngläsern zu beweisen, so wäre es ein leichtes, dieses noch durch theoretische Gründe darzuthun. In den besten achromatischen Ferngläsern ist die Abweichung wegen der Farbenzerstreuung nie vollkommen gehoben; indefs die Gesetze der Reflexion unveränderlich sind, finden in den Gesetzen der Strahlenbrechung und Farbenzerstreuung Modificationen statt; die Masse keines Glases ist durchgängig gleichartig, und in den achromatischen

Herschel es that, bedient. Die Erfahrung lehrt nämlich, dafs das Bild eines Gegenstandes nie ganz deutlich ist, wenn es auf der Netzhaut des Auges nicht wenigstens eine halbe Minute einnimmt. Man wird sich von der Wahrheit dieser Behauptung überzeugen, wenn man den Jupiter mit einem guten Teleskope, oder einem Fernglase, welches die Durchmesser der Objecte mehr als hundertmahl vergröfsert, betrachtet. Die Scheibe des Jupiters wird bei dieser Vergröfserung sehr gut begrenzt erscheinen, nicht aber, wenn man dasselbe Fernrohr mit einer vier- bis fünfmahl geringern Vergröfserung braucht; eine Thatsache, welche durch eine Reihe sehr interessanter Versuche dargethan ist, welche Fourcroy, Associé dieser Akademie und Ingenieur-Director zu Calais, angestellt hat. Deshalb sind aufserordentliche Vergröfserungen bei Beobachtungen von Gegenständen, deren Durchmesser fast ohne Ende klein ist, mehr nützlich als schädlich. *Rochon.*

Ferngläfern iſt bei der Menge der Linſen, woraus das Objectiv zuſammengeſetzt wird, Zurückwerfung vieler Strahlen, optiſche Täuſchung und Lichtverluſt unvermeidlich; alles Mängel, welche bei den Spiegeln in den Teleſkopen, ihre Maſſe ſey welche ſie wolle, nicht ſtatt finden. Doch ſeit Herſchel kann man die wirklichen Vorzüge der Spiegel-Teleſkope nicht mehr bezweifeln. Nur kömmt es darauf an, die Spiegel aus einem Metalle von ſehr lebhafter und unzerſtörbarer Politur zu verfertigen.

Ein Geſchenk von 20 Pfund Platina, welche mir der Finanz-Miniſter auf den Bericht von der Nützlichkeit meiner Verſuche geben lieſs, ſetzte mich dazu in den Stand.

Die Optiker, welche ſich mit Verſuchen über die Metallmiſchung zu Spiegeln beſchäftigt haben, wiſſen, daſs dabei das Zinn unentbehrlich iſt, indem es über alle Metalle und Halbmetalle geht. Das Zinn allein giebt dem Kupfer die dazu nöthige Sprödigkeit, Brüchigkeit und Elaſticität, und macht es einer lebhaften Politur empfänglich. Dieſelben Wirkungen bringt es auf alle andere Metalle hervor, und ſo auch auf die Platina.

Ohne die zahlreichen Verſuche zu erwähnen, welche ich machen muſste, ehe ich zu einem befriedigenden Reſultate gelangte, will ich ſogleich das Verfahren angeben, welches den beſten Erfolg hatte: Man reinige in einem heftigen Feuer die körnige

nige Platina durch Hülfe des Salpeters und der Glasgalle, (*Sel de verre,*) füge zu der gereinigten Platina ein Achtel von dem gewöhnlichen Spiegelmetalle hinzu, (denn das bloſse Zinn ohne Kupfer würde keine gute Wirkung thun,) und bringe dieſe Miſchung in das ſtärkſte Feuer, welches man zu geben vermag, und das man noch durch hineingeworfnen Salpeter und das ſich daraus entwickelnde Sauerſtoffgas erhöhe. — Ein einziger Guſs reicht nicht hin; es ſind deren fünf oder ſechs nöthig, wenn die Miſchung zu ihrer Vollkommenheit kommen ſoll. Das Metall muſs in dem Augenblicke, da man es in die Form gieſst, im Zuſtande der vollkommenſten Flüſſigkeit ſeyn.

Auf dieſe Art iſt es mir gelungen, einen Hohlſpiegel von Platina zu Stande zu bringen, der 14 Pfund wiegt, 8 Zoll Oeffnung und 6 Fuſs Brennweite hat, und der nicht roſtet, anläuft oder blind wird. Carrochez hat ihn gegoſſen und bearbeitet. Das Teleſkop, wozu er gehört, vergröſsert die Durchmeſſer der Gegenſtände 500mahl, mit einer Klarheit und Reinheit, welche es zu den allerfeinſten Beobachtungen geſchickt machen.

Die Nutzbarkeit der Platina für die Künſte ſchränkt ſich indeſs nicht einzig auf die Verfertigung der Teleſkope und der Spiegel-Inſtrumente zum nautiſchen Gebrauche ein. Der berühmte Uhrmacher Robin hat ſie für mich zu Unruhen, zu Steig-

rädern und zu verſchiedenen Compenſations-Verſuchen in den Uhren verarbeitet; und hält ſie für beſonders brauchbar zu den Pfannen, worin ſich die Zapfen bewegen, weil das Oehl ſich in ihr ohne die geringſte Veränderung erhält. Zu dieſem und anderm Gebrauche in den Künſten braucht die Platina nicht ſo wie das Gold mit einem andern Metalle vermiſcht zu werden. Der geſchickte Emailleur Cotteau hat für mich aus Platina excentriſche Zifferblätter gemacht, welche denen, die wir aus England erhalten, weit vorzuziehen ſind, und er ſagte mir, daſs er für ſeine Kunſt die Platina allen andern Metallen vorziehe.

Auch iſt die Platina von einem vorzüglichen Werthe bei der Verfertigung mehrerer chemiſcher Geräthſchaften. So z. B. habe ich daraus Schmelztiegel gemacht, die beſonders für Spiegel-Manufacturen und bei Verfertigung des Flintglaſes von Wichtigkeit ſind. Das beweiſen die Verſuche, welche ich kürzlich zu St. Gobin mit dem Director der Spiegel-Manufactur Deslandes darüber angeſtellt habe. Deslandes, dem es gelungen iſt, den St.-Gobinſchen Spiegeln den Vorzug vor allen fremden zu verſchaffen, iſt im Betreff der Schmelztiegel von Platina ganz dieſer Meinung. Alle irdene Schmelztiegel, wie ſie auch beſchaffen ſeyn mögen, verglaſen ſich zum Theil, und geben ein unvollkommnes Glas, welches ſich mit der Glasmaſſe im Spiegel vermiſcht, aber damit kein homogenes Ganzes bildet, und ſich ſchon durch den blo-

ſsen Anblick gar ſehr unterſcheidet; eine Unbequemlichkeit, welche bei Platinatiegeln nicht zu befürchten iſt. *)

Der Prozeſs, wie ich reine und ſtreckbare Platina erhalten habe, iſt bei der geſchlagenen und der gegoſſenen Platina verſchieden.

Was die *geſchlagene Platina* betrifft, ſo weiſs man, daſs alle Metalle, wenn man ſie zuvor in ſehr dünne Blättchen zerſtückt hat, leicht flüſſig werden. So ſchmilzt das Blattgold an der geringen Flamme eines Wachsſtocks, ſelbſt ohne dieſe durch ein Löthrohr zu verſtärken, und ſo ſchmelzen die Phyſiker die kleinen Glaskugeln zu ihren einfachen Mikroſkopen. Dieſe einzige Bemerkung reicht hin, die Verfahrungsart mit der geſchlagenen Platina einzuſehn. Man reinigt zuerſt die Platina durch Salpeter und Glasgalle, zertheilt ſie dann in möglichſt kleine Theilchen, indem man ſie entweder pulveriſirt, oder ſie in Königswaſſer oder, nach Tillet's Art, in Salpetergeiſt auflöſt, und daraus durch einen in der Hitze flüchtigen Stoff, wie z. B. durch Salpeter, Antimonium, Arſenik etc., niederſchlägt, doch am beſten durch letztern, der am leichteſten

*) Nachdem dieſe Abhandlung ſchon geſchrieben war, habe ich einen groſsen Schmelztiegel von Platina, der wohl 30 Pfund Flintglas faſſen kann, gieſsen, und um ihm noch mehr Feſtigkeit zu geben, die äuſsern Seiten deſſelben mit einer zolldicken Lage von Guſseiſen umgeben laſſen, wobei mir Perrier geholfen hat. R.

zu verflüchtigen ist. Bringt man die so zerstückte Platina in das heftigste noch durch Sauerstoffgas zu erhöhende Feuer; so vereinigen sich die kleinen Theilchen von Platina mit einander; und wenn man sie glühend wiederholendlich hämmert, so erhalten sie so viel Cohäsion, dass man die Platina zu Blech schlagen kann. Uebrigens lassen Sickingen's bekannte Versuche über die geschlagene und in Blech verwandelte Platina nichts mehr zu wünschen übrig. Er setzte mich in den Stand, ihnen zu folgen; und dieser Gunst verdanke ich die Kenntnisse, welche mir nothwendig waren, um einen so schweren und meinen sonstigen Studien durchaus fremden Gegenstand zu behandeln.

Die *gegossene Platina* ist für den Gebrauch in Künsten und Gewerben vorzüglich interessant, und auf sie habe ich allen Fleiss verwandt. Das Verfahren, wodurch es mir vollkommen gelungen ist, Schmelztiegel und grosse Stücke Platina von verschiedener Gestalt zu giessen, ist folgendes. Die Platina wird, nach Scheffers Methode, mit einem Zusatze von Arsenik und Glasgalle geschmolzen; das Feuer muss dabei sehr mässig seyn, und um ein Pfund Platina zu schmelzen, braucht man daher wenigstens 10 Pfund Arsenik und 4 Pfund Glasgalle. Der Guss kömmt in den Zustand der vollkommensten Flüssigkeit, obgleich das Feuer kaum hinreicht, Silber zu schmelzen.

Die gegossene Platina ist in diesem Zustande sehr spröde und brüchig. Wollte man sie daher einer Hitze,

deren sie zum Glühen bedarf, aussetzen, so würde die ganze Operation fehl schlagen; indem der Arsenik sich dann zu schnell verflüchtigt, zerfällt die Platina in kleine Schuppen, die nicht im geringsten mehr cohäriren, wie mir das mehr als Einmahl begegnet ist. Indess ist es mir doch gelungen, diesem auszuweichen, indem ich die Stücke Platina, welche ich gegossen hatte, in eine Büchse von unverzinntem Eisenbleche that, sie mit Sand und Kohlenpulver beschüttete, und sie über einen Monat lang einer, von der Wärme des kochenden Wassers, bis zur Gluth, wobei Silber schmilzt, allmählig wachsenden Hitze aussetzte. Die Platina gleicht dann nicht mehr einem Metalle; man würde sie eher für Metallkalk halten. Die Theilchen, woraus sie besteht, sind sehr in einander gedrängt, (*serrées,*) haben aber keine stärkere Cohärenz, als die Theilchen eines irdenen Gefäses, das im Schatten getrocknet ist. Alsdann muss man sie dem heftigsten Feuer aussetzen, wobei sie ihre natürliche metallische Beschaffenheit wieder erhält; sie wird klingend, ist zu hämmern, und nun giebt ihr das heftigste Feuer immer neue Grade von Vollkommenheit.

Bald, nachdem dieser Aufsatz in der Akademie vorgelesen war, wurde ich vom Dr. Ingenhouss ersucht, ihm ungefähr 2 Unzen Platina, die er mittelst Königswasser mit Sorgfalt gereinigt hatte, in eine Masse zusammen zu schmelzen. Ich musste die einzelnen Stückchen in ein dünnes Blättchen von Platina einwickeln, da sie allzu klein waren, um

einzeln dem Feuer und dem Amboſse abwechſelnd ausgeſetzt zu werden. So vereinigt, brachte ich ſie in den höchſten Grad der Hitze, der ſich nur durch Holzkohlen und ein Gebläſe erlangen läſst, und erhielt, indem ich ſie auf dem Amboſse ſchlug, ſehr bald eine zähe und zu hämmernde Maſſe.

Nachdem dieſes mir geglückt war, ſuchte ich die körnige Platina auf eine ähnliche Art zu behandeln, indem ich ſie mit Salpeter und Glasgalle, (die nachher mit Salpeterſäure zu waſchen iſt,) in einem Schmelztiegel dem Feuer ausſetzte, und dann dieſe Körner, als ſie weiſs glühten, in ein Blättchen von Platina gehüllt, hämmerte. Ich erhielt dadurch mit wenigen Koſten beträchtliche Maſſen ſtreckbarer Platina. Dieſes Verfahren wird künftig den Arſenik-Kalk überflüſſig machen, es ſey denn, man wolle groſse Schmelztiegel oder Muffeln von Platina gieſsen. Ich habe dieſe neue Methode Jeannetty mitgetheilt, und er hat mir verſprochen, ſich ihrer zu bedienen. Niemand hat ſich der gehämmerten Platina mehr im Groſsen und mit ſo viel Glück bedient, als dieſer geſchickte Künſtler, von dem die groſsen Normal-Maaſse für die neu franzöſiſchen Maaſse aus Platina herrühren, und ich freue mich, hier eine Gelegenheit zu finden, ſeinen Talenten und ſeiner groſsen Beſcheidenheit Gerechtigkeit widerfahren zu laſſen.

Leider! gereicht dieſe Tugend den Künſten und Künſtlern nur gar zu oft zum Nachtheile. Es

giebt der ruhmsüchtigen Menschen nur gar zu viel, welche sich die Arbeit anderer zuzueignen suchen. Ich werde öfters Gelegenheit finden, dieses zu beweisen, und ich bin entschlossen, mir nicht allein das zu vindiciren, was mir zukömmt, sondern auch bei jeder Gelegenheit die Rechte einzelner Gelehrten und Künstler, auf alles, was die Künste und Wissenschaften interessirt, geltend zu machen. Ich will nicht, so weit es von mir abhängt, dass man von mir ferner noch mit Virgil sagen dürfe:

Sic vos, non vobis vellera fertis oves.

Ich muss es also sagen, dass ich der Erste bin, der die Platina in grossen Massen auf eine für die Künste wirklich nützliche Art behandelt hat; dieses beweisen die Register der Akademie der Künste. Obgleich meine Arbeit, worin mir die Einsichten des gelehrten Izquierdo und die metallurgischen Kenntnisse des älteren Daumy behülflich waren, von allgemeinem Gebrauche ist: so habe ich mich doch vorzüglich befleissiget, die Mischung der Platina mit Zinn und Arsenik-Kalk zu Spiegeln zu vervollkommnen, um daraus grosse Spiegel-Teleskope und Sextanten-Spiegel zu Stande zu bringen; wobei mir Carrochez und andere geschickte Künstler, welche unter meiner Führung arbeiteten, freilich hülfreiche Hand leisteten.

Da mir die Versuche, von denen ich vorhin Rechenschaft gegeben habe, völlig genügt hatten; so wünschte ich ein dem Herschelschen ähnliches Teleskop aus Platina zu Stande zu bringen. Ich

bewog zu dem Ende 1790 den unglücklichen älteren Trüdaine, einen Freund der Künste und Wissenschaften, sich von Herschel ein gutes siebenfüssiges Teleskop zu verschaffen. Die Vorzüglichkeit von Teleskopen dieses geschickten Astronomen beruht mehr, als man glaubt, auf der von ihm befolgten Newtonschen Construction. Die Gregorianischen lassen sich ihnen auf keine Art zur Seite stellen. Ein Anschein von Bequemlichkeit machte, dass man durchgängig die Gregorianische Construction vorzog, die aber, wenn sie mit Vollkommenheit ausgeführt werden soll, mit grosen Schwierigkeiten verbunden ist, und, da man bei grosen stark vergrösernden Teleskopen doch immer noch ein Fernglas mit grosem Gesichtsfelde als Aufsucher haben muss, in der That nicht einmahl beim Aufsuchen der Gegenstände wesentliche Vorzüge hat. Ueberdies ist es bei einem gehörig eingerichteten Stativ viel bequemer, von der Seite, als von hinten, in das Fernrohr hineinzusehn. Seinen grosen Teleskopen hat Herschel noch eine einfachere Einrichtung gegeben, die, obschon älter als die andere, und der Kindheit der Kunst näher, doch bei sehr grosen Instrumenten von ausserordentlicher Wirkung ist, wie ich sie selbst in dem 20füssigen Reflector Herschels bewundert habe; sein 40füssiges Teleskop war damals noch nicht ganz vollendet. Eine geringe Neigung, die man einem Hohlspiegel gegen parallel einfallende Strahlen giebt, verzerrt die Bilder, die im Brennpunkte entstehn, nicht

merklich, wenn die Brennweite grofs ist, und giebt dem Beobachter die Bequemlichkeit, das Bild unmittelbar durch eine stark vergröfsernde Loupe zu betrachten, ohne dafs durch seinen Kopf Strahlen aufgefangen würden.

Trüdaine vertraute mir im Anfange des Jahrs 1791 das Herschelsche Teleskop an, welches er, lediglich in der Absicht, seinem Vaterlande nützlich zu werden, in London angeschafft hatte. Nach dem Muster dieses Instruments liefs ich im Laufe des Jahrs ein siebenfüfsiges Spiegel-Teleskop aus Platina verfertigen, (s. S. 289,) welches unstreitig das Herschelsche übertrifft.

Die erste Reihe von Beobachtungen, die ich mit beiden Teleskopen anstellte, war über den Flecken *Aristarch* im Monde, der selbst in der dunkeln Mondscheibe in Gestalt kleiner weifslicher Wölkchen sichtbar bleibt, und so schon von Dominicus Caffini war beobachtet worden. Sind diese Wölkchen selbst leuchtende Stoffe, oder ist ihr Licht nur erborgt oder zurückgeworfen? Das war die Frage, die ich zu entscheiden wünschte. Da ich seit der Mitte Septembers 1792 des Besitzes beider Teleskope beraubt bin, so konnte ich nicht bei den Beobachtungen darüber bleiben: doch habe ich mich während der kurzen Zeit, als ich sie zu meiner Disposition hatte, überzeugt, dafs der Aristarch, wenn auch kein brennender Vulkan, doch ein selbst leuchtender Körper ist; denn die Mondflecken, welche das directe Sonnenlicht am stärksten und lebhafte-

ften zurückwerfen, gaben doch in der Nachtseite kein solches Licht, wie Aristarch, so grosse Mühe ich mir auch gab, die Intensität des schwachen Erdscheins zu verstärken. Ein helles, sehr lebhaftes Licht in der Tiefe eines Kraters, wird, begreiflich, nicht nach allen Seiten, sondern, wie eine Reverbere, nur unter gewissen Umständen sichtbar seyn. Und so bemerkt man, dass dieser Vulkan in den Monaten Pluviose, Ventose und Germinal am sichtbarsten ist.

Ich darf hoffen, dass der Minister des Innern meiner Bitte Gehör geben, und das Marine-Observatorium im Hafen zu Brest mit dem Instrumente erfreuen wird, dessen Verfertigung mir viel Mühe und Geld gekostet hat, und das hier von grosem Nutzen wäre. *) Man kann zu Paris sich so leicht

*) „Rochon plagt uns gewaltig," sagt La Lande in einem Briefe in den *Allg. geogr. Ephem.* des Hrn. *Ob. Wachtm.* v. Zach, IV, 41, „um das Teleskop von Platina zu bekommen, welches er für sein Eigenthum ausgiebt; allein ich hoffe, dass ich es von der National-Sternwarte erhalten werde." Nach einem andern Briefe dieses unermüdlichen Astronomen, *Allg. geogr. Eph.*, IV, 145, sah Mechain beim letzten Durchgange Merkurs durch das scharf begränzende Teleskop von Platina den Planeten vollkommen rein und abgeschnitten, indess er, durch Mechains achromatisches Fernrohr gesehn, mit einem kleinen Nebel oder Scheine umgeben schien."

d. H.

noch gröfsere Teleſkope verſchaffen, ſo daſs Männer, die ſich wahrhaft für die Fortſchritte der Wiſſenſchaften und Künſte intereſſiren, ſich nicht wenig wundern, daſs das groſse 60füſsige Teleſkop, das in allen Journalen angekündigt wurde, immer noch ein bloſses Projekt iſt, welches man noch nicht zu realiſiren gedacht hat. Wahrlich! wenn ich im Beſitze aller Mittel geblieben wäre, ſo kann ich verſichern, daſs dieſes Inſtrument längſt vollendet ſeyn würde. Obgleich die Kunſt, groſse Spiegel zu verfertigen, nicht ohne Schwierigkeiten iſt; ſo erfordert ſie doch nicht ſo viel Talent und ſo viel Geduld, als die Verfertigung der groſsen achromatiſchen Objectiv-Gläſer. Das katoptriſche Teleſkop bedarf nur der regelmäſsigen Zubereitung einer einzigen Oberfläche, und einige Augenblicke Arbeit ſind hinreichend, um in der Politur die concave Oberfläche eines groſsen Spiegels gehörig zu bilden oder zu entſtellen. Man weiſs, und ich darf es wohl nicht wiederhohlen, daſs ich ſeit meiner früheſten Jugend mich beſtändig mit der Theorie und Praxis der Optik beſchäftigt habe. Was man aber vielleicht nicht weiſs, iſt, daſs ich mein ganzes Vermögen für die Fortſchritte dieſer Kunſt, ſo wie für Verſuche im Groſsen, die durch Umſtände vielleicht für die Wiſſenſchaft, ſo wie für mich verloren ſind, aufgeopfert habe; und ich kann alſo wohl ſo gut als irgend jemand die Schwierigkeiten und die Mittel, ſie zu überſteigen, kennen.

III.

BEMERKUNGEN
über die Erfindung der achromatiſchen Fernröhre und die Vervollkommnung des Flintglaſes,

von

ALEXIS ROCHON,
Mitglied des National-Inſtituts und Director des Marine-Obſervatoriums zu Breſt.

Euler erfand die achromatiſchen Fernröhre durch ein bloſs methaphyſiſches oder teleologiſches Raiſonnement über den Bau des Auges geleitet, indem er annahm, die verſchiedenen brechenden Feuchtigkeiten deſſelben wären beſtimmt, die Abweichung wegen der Farbenzerſtreuung aufzuheben. Läſst ſich dieſe teleologiſche Idee über den Bau des Auges auch nicht mit den zahlreichen Verſuchen vereinigen, welche ich unter Mitwirkung Tenon's über die brechenden Feuchtigkeiten im Auge angeſtellt habe; ſo waren doch die Folgerungen, auf die ſie Eulern leiteten, von groſser Fruchtbarkeit, da ſie in ihm den Gedanken erregten, mit Hülfe zweier Stoffe von verſchiedenem Zerſtreuungsvermögen achromatiſche Ferngläſer zu bilden. Die Engländer erhoben ſich zwar ſogleich gegen dieſen Vorſchlag, allein Dollond, der ſich anfangs auch zu ſeinen Widerſachern geſellt hatte, fand in der ſtarken Farbenzerſtreuung des Flintglaſes ein

Mittel, ihn wirklich auszuführen, und theilte so mit Eulern die Ehre dieser schönen und wichtigen Entdeckung.

Maupertuis hatte es übernommen, Euler's Idee in Paris ausführen und dort dessen Objectiv aus Glas und Wasser verfertigen zu lassen, welches die Abweichung wegen der Farbenzerstreuung so aufheben sollte, wie das, was Newton erdacht hatte, die Abweichung wegen der Kugelgestalt so geringe als möglich machte. Allein ein solches Objectiv konnte nicht gelingen, wegen des Verhältnisses zwischen dem Zerstreuungs- und dem Brechungsvermögen des gemeinen Glases und des Wassers, wie man das nachmahls kennen lernte. Nach dem Disporameter ist das Verhältniss des Brechungsvermögens beider, von 155 : 133, und das des Zerstreuungsvermögens, von 100 : 67. Die starke Krümmung, welche die Gläser erhalten müssten, um die Abweichung wegen der Farbenzerstreuung aufzuheben, würde eine allzu beträchtliche Abweichung wegen der Kugelgestalt bewirken, und was man auf der einen Seite gewönne, würde man auf der andern unausbleiblich verlieren. Mehr bedurfte es nicht, um Euler's Project scheitern zu machen, und die Behauptung Newton's, der zu Folge man alle Hoffnung, einen Achromatismus zu erreichen, aufgeben muste, zu bestätigen.

Die erste Kenntniss der starken Farbenzerstreuung einer Glasart, welche man in England *Flintglas*, (d. h. Kieselglas,) nennt, in dessen Mischung

viel Blei, (oder vielmehr Mennige,) mit eingeht, und deren Farbenzerſtreuung mit dem Bleigehalte zunimmt, wird gewöhnlich John Dollond zugeſchrieben. Dollond zeigte 1759 ſeine erſten achromatiſchen Ferngläſer, die er aus Krown- und Flintglas zuſammengeſetzt hatte, vor, und geſteht in ſeinem darüber in den *Philoſophical Transactions* enthaltenen Aufſatze, daſs es ihm zwar leicht geworden ſey, auf dieſe Art die Farbenzerſtreuung aufzuheben, daſs ihn aber die Abweichung wegen der Kugelgeſtalt lange aufgehalten habe, welcher ſchwer abzuhelfen ſey.

Man hat allgemein geglaubt, und glaubt es noch jetzt in Frankreich, Dollond ſey der Erfinder dieſer achromatiſchen Ferngläſer. Folgende Thatſache iſt mir, nachdem der jetzige Aufſatz ſchon geſchrieben war, über dieſe Erfindung bekannt geworden. Valtines focht einige Jahre darauf das Patent, welches Dollond erhalten hatte, unter dem Vorwande an, weil er ſich nicht für den Erfinder der achromatiſchen Ferngläſer *hätte ausgeben ſollen*, da dieſe Erfindung dem gelehrten Holles, (einem reichen, wenig mittheilenden und ſehr miſanthropen Manne, der ſein Leben in der Studirſtube zubrachte,) viel früher gehöre. Der Groſskanzler Lord Mansfield entſchied, Dollond allein habe auf dieſes Privilegium ein Recht, weil nur durch ihn das Publicum und der Handel die Früchte einer ſo nützlichen Entdeckung genöſſen, und es ſey, ohne ſich weiter in den ſtreitigen Punkt

einzulaſſen, hinreichend, zu wiſſen, daſs Holles dem Publicum ſeine Entdeckungen nicht mitgetheilt habe. Dieſer intereſſante Streit iſt kürzlich wieder zwiſchen Dollond's Sohne und ſeinem Schwager Ramsden in Anregung gekommen. Beide überreichten der Societät der Wiſſenſchaften Aufſätze hierüber; dieſe gelehrte Geſellſchaft hielt es aber für nöthig, dieſen Prozeſs, welcher zwei ſo berühmte Künſtler entzweiete, in der Geburt zu erſticken.

Mehrere Leute in England, die von dieſer Streitigkeit genauer unterrichtet waren, ſchrieben indeſs Holles die ſchöne Entdeckung der achromatiſchen Ferngläſer lange vor dem Jahre 1755 zu. Man ſagt, daſs dieſer ſonderbare Mann, da er die Linſen aus Flint- und Krownglas nicht ſelbſt bearbeiten konnte, dieſes zwei mit optiſchen Gläſern handelnden Kaufleuten, die in ganz verſchiedenen Gegenden Londons wohnten, auftrug, und zwar bei dem einen die convexen Gläſer aus Krownglas, bei dem andern die Hohlgläſer aus Flintglas von demſelben Durchmeſſer beſtellte. Die Kaufleute wandten ſich gerade an denſelben Künſtler, um dieſe verſchiedenen Arten von Gläſern ſchleifen zu laſſen. Dieſer Künſtler, der für Dollond arbeitete, merkte wohl, daſs der gelehrte Holles in ſeine Unterſuchungen ein Geheimniſs ſetzen müſſe, da er ſich an zwei Kaufleute, die ſich ganz unbekannt waren, mit ſeinen Beſtellungen gewandt hätte. Er theilte Holles Auftrag und ſeine Vermuthungen darüber

John Dollond mit. Als die Gläſer fertig waren, ſtellten ſie damit Verſuche an, und erkannten bald, daſs die Objective, welche aus ihrer Zuſammenſetzung entſtanden, vollkommen achromatiſch waren. Dieſe Objective ſollen vier Zoll im Durchmeſſer gehabt, und aus drei Gläſern beſtanden haben, welche die beiden Arten von Abweichungen aufhoben.

Nicht bloſs die Bleigläſer haben eine vorzüglich ſtarke Farbenzerſtreuung; auch in mehrern andern metalliſchen Gläſern findet ſich dieſe Eigenſchaft. Einige Phyſiker haben geglaubt, das Zerſtreuungsvermögen der Gläſer ſtehe mit ihrer ſpecifiſchen Schwere in einem beſtändigen Verhältniſſe. Aber ſchon im Aether und im Weingeiſte findet ſich ein ſtärkeres Zerſtreuungsvermögen, als im Waſſer, ob ſie gleich ſpecifiſch leichter ſind.

Haben die Optiker ſich bis jetzt gleich nur des Flintglaſes und des gemeinen Glaſes zur Verfertigung der achromatiſchen Ferngläſer bedient, ſo iſt es doch keinem Zweifel unterworfen, daſs man dazu auch andere durchſichtige feſte und flüſſige Körper brauchen kann. Allein kein anderer Stoff iſt dazu ſo bequem, daher die Vervollkommnung der dioptriſchen Fernröhre vornehmlich auf der *Vervollkommnung des Flintglaſes* beruht. Die Akademie hat hierüber eine Preisfrage aufgegeben, und ich will deshalb hier das mittheilen, was mir für die, welche ſich um dieſen Preis bewerben wollen, vorzüglich intereſſant ſcheint.

Wir erhalten dieſes Flintglas aus England in ziemlich dünnen Tafeln. Es wird geblaſen, in Geſtalt hohler Kugeln, welche man, wenn das Glas die gehörige Gröſse und Dicke erlangt hat, öffnet und in eine Ebene ausſtreckt.

Wenn der Glasbläſer die erforderliche Glasmaſſe nicht mit einem Mahle nehmen und bearbeiten kann, ſo beſteht das geblaſene Glas aus mehrern parallelen Lagen, die ſelten ganz vollkommen verbunden ſind, und dann einzelne Tafeln über einander bilden, welche oft ſchon mit bloſsen Augen ſichtbar ſind, wenn man die Schneide des Glaſes betrachtet. Faſt immer da, wo ſich dieſe verſchiedenen Lagen mit einander vereinigen, finden ſich die Fäden oder Streifen, (*filandres.*)

Die Optiker unterſcheiden zwei Arten von Fäden. Sie nennen die erſte Art *fette Fäden*, (*fils gras*,) weil ſie voll und von verſchiedener Dichtigkeit ſind, und dieſe ſind der Güte der optiſchen Inſtrumente immer nachtheilig. Die zweite Art Fäden iſt weniger hinderlich, aber auch gewöhnlicher. Es ſind Haarröhren, welche nach einer Richtung ſenkrecht auf ihrer Achſe zwei verſchiedene Strahlenkegel hervorbringen.

Ich habe ſchon in einem Werke: *Mémoires ſur la Mécanique et Phyſique*, ein Mittel angegeben, wie man aus dünnen Flintglasplatten groſse Objectiv-Gläſer erhalten und wie man ſie von den Fäden befreien kann, erlaubt dieſes anders die Vertheilung derſelben in der Materie des Glaſes. Die Verfah-

rungsart, welche ich seitdem noch vervollkommnet habe, besteht darin, dafs man die Flintglasplatten einem Feuer aussetzt, welches hinlänglich ist, sie zu erweichen. Sobald das Glas weich ist, mufs man es mit eisernen Zangen zusammenkneifen, (*refouler*,) und es in die Gestalt eines Cylinders von 3 Zoll im Durchmesser bringen. Dabei mufs man vorzüglich die Falten zu vermeiden suchen, welche bei einem zu schnellen Aufschwellen, (*renflement*,) unfehlbar entstehn. Die Ränder des Glases müssen mit einem irdenen Ringe zusammengehalten werden. Man läfst den Glas-Cylinder so lange im Ofen, als es nöthig ist, damit er verglühet, und polirt ihn dann, um die fehlerhaften Stellen erkennen zu können. Alsdann läfst man diejenigen Theile abschlagen, welche die meisten Fäden haben, und bringt ihn zum zweiten Mahle ins Feuer, um ihm die Form zu geben, die er haben soll.

Als ich vor mehrern Jahren auf Befehl der Regierung zum Nutzen der Wissenschaften eine Reise nach London machte, beschäftigte ich mich ganz besonders mit der Vervollkommnung des Flintglases, und nahm bald wahr, dafs das einfachste und leichteste Mittel, um Flintglas zur Verfertigung grofser achromatischer Teleskope brauchbar zu machen, darin besteht, dafs man die Fäden und Haare desselben mit Hülfe einer Drehbank fortnimmt, wie sich ihrer die Künstler, welche in Glas stechen, bedienen. Ist dieses geschehen, so bringt man das Glas

in einem Ofen oder unter einer Muffel in die Gestalt und Gröfse, welche das Objectiv, das man daraus schneiden will, haben soll; ein Verfahren, welches in meinem *Recueil de Mémoires sur la Mécanique et la Physique*, weitläufig beschrieben ist. Dieses Werk erschien im Jahre 1783, und enthält so vielerlei Untersuchungen, dafs Lexel, Rumowski und Fufs, welche der Petersburger Akademie darüber einen Bericht abstatten sollten, sich deshalb auf nicht mehr als auf die Messung der kleinen Winkel bei der doppelten Refraction des Berg-Krystalls, (isländischen Krystalls?) und auf meine Maschine, Buchstaben zu stechen, einschränken zu müssen glaubten.

IV.

BEITRAG

zur Berichtigung des Streits über die erſten Gründe der Hygrologie und Hygrometrie.

von

L. A. VON ARNIM.

Nous avons une impuiſſance à prouver, invincible à tout le Dogmatisme: nous avons une idée de la verité, invincible à tout le Pyrronisme. PASCAL.

INHALT.

Prüfung der Theorien — Adhäſions-Theorie — Zerlegungs-Theorie in Waſſerſtoff- und Sauerſtoffgas; in Stickgas — Verbindung des Waſſers mit dem Wärmeſtoffe; Beweis, daſs, wenn bei dem Luftdrucke und der Temperatur der Luft an der Erde Waſſer nicht permanent dampfförmig ſeyn kann, dies auch in keiner Höhe ſtatt finde. — Unterſuchung, ob das Hygrometer chemiſch oder mechaniſch durch das Waſſer afficirt werde, ob es ferner das Waſſer aus der Atmoſphäre abſcheidet oder bloſs das abgeſchiedene aufnimmt? Fortgeſetzte Prüfung der Theorien — Verbindung des Waſſers mit Electricität — Verbindung mit Feuer und aeriſirendem Stoffe — Verbindung mit Luft — Prüfung der Einwürfe gegen dieſe Theorie — Beweis, daſs der Regen ſich nicht bloſs in der Höhe ſammelt, ſondern daſs alle Luft von der Wolke bis zur Erde dazu beiträgt. — Ausſichten für die Zukunft.

Die Grenzen der Hygrometrie ſchienen durch Sauſſüre's Bemühungen ſo feſt beſtimmt, ſo weit ausgedehnt, durch ſeine glückliche Erklärung man-

cher wunderbarer Erſcheinungen der Meteorologie ſo vielmahl beſtätigt zu ſeyn, daſs die meiſten mehr überraſcht als überzeugt wurden, als de Lüc, ſeinen Unterſuchungen zufolge, dieſe Grenzen ganz aufzugeben, ſich genöthigt glaubte. Die Streitſchriften, welche ſeit dieſer Zeit erſchienen, insbeſondere Sauſſüre's Vertheidigung des Haarhygrometers,*) Zylius Preisſchrift**) und Lichtenberg's ***) Antwort aus ſeinem Nachlaſſe, haben, jede auf ihrem Wege, die verſchiedenen Anſichten aus einander geſetzt, geprüft und widerlegt. Alles erinnert daran, die Reſultate zu ſammeln, ehe das Intereſſe für dieſen Theil der Phyſik ſich verliert.

Das erſte Erforderniſs dabei iſt eine bequeme *Ueberſicht* aller Antworten auf die wichtige Frage: *in welchem Zuſtande ſich das Waſſer, welches wir im Regen, Schnee u. ſ. w. aus der Atmoſphäre herabfallen ſehen, vorher darin gefunden habe?* Die erſte Eintheilung bietet ſich uns dar, je nachdem die Phyſiker entweder nur Einen oder mehrere Zuſtände deſſelben angenommen haben. Zu den erſtern gehören Sauſſüre und faſt alle ältern Phyſiker; zu den letztern ganz vorzüglich de Lüc, da er beide

*) *Defenſe etc. Journ. de Phyſ.*, 1788, Janv. et Fevr. A.

**) *Prüfung der Theorie* de Lüc's *vom Regen*, Berlin 1795. A.

***) *Vertheidigung des Hygrometers*, Göttingen 1799. A.

Zuſtände, als Waſſerdunſt und in Luft verwandelt, als unabhängig von einander betrachtet; auch Zylius, in ſo fern er glaubt, daſs das Waſſer nach ſeiner Abſcheidung aus der Luft noch lange als Waſſerdunſt darin bleiben kann. Nach der verſchiedenen Art, wie das Waſſer verändert ſeyn kann, ergiebt ſich auſserdem die folgende Eintheilung der Syſteme:

Das Waſſer iſt in der Atmoſphäre

1. *verändert*
   a. durch *Verbindung*
      α. mit einem darſtellbaren Stoffe, nämlich der *atmoſphäriſchen Luft*, (Saufſüre u. a.)
      β. mit einem nicht-darſtellbaren, hypothetiſchen Stoffe
         aa. mit *Wärmeſtoff*
         bb. mit *Electricität*
         cc. mit *Feuer* und einem *aeriſirenden Stoffe*, (de Lüc)
   b. durch *Zerlegung*
      α. in Sauerſtoffgas und Waſſerſtoffgas
      β. in Stickgas u. ſ. f.
2. *unverändert.* (Syſtem der Adhäſion, der mechaniſchen Zertheilung faſt aller ältern Phyſiker.)

Die Meinung von der feinen Zertheilung des Waſſers in der Luft hat keine Anhänger mehr und auch keinen haltbaren Grund, da eine der gewaltſamſten Erklärungen, daſs das Waſſer in der Luft,

welches keine der Eigenſchaften des Waſſers mehr zeigt, doch noch ungeändert wäre, zu ſeiner Begründung erfordert wird; daher ich ſie übergehe.

Die *Zerſetzung* des Waſſers nach der Lavoiſierſchen Theorie konnte nur durch einen ähnlichen Zwang auf die Meteorologie angewendet werden, da man weder da, wo Waſſer entſtand, vorher Waſſerſtoffgas fand, noch die den Regen begleitenden Umſtände einer Verbrennung ähnlich ſahen. Dieſe Zerſetzungs-Theorie könnte indeſſen doch wohl einer Modification fähig ſeyn, wodurch ſie wiederum der Unterſuchung empfohlen würde. Schon Herr von Humboldt *) vermuthete aus der Menge von Waſſerſtoffgas, die bei vielen Prozeſſen in der Natur ſich entwickelt und doch nicht in der Luft angetroffen wird, daſs dieſes ſich mit dem Stickgas in einer noch unbekannten Verbindung befinden möchte. Vielleicht, daſs dieſes Stickgas eben ſo wirkt, wie die Kohle in der Verbindung mit dem Waſſerſtoffe, (nach Rouppe's Verſuchen,) **) und die Verbindung mit dem Sauerſtoffe zu Waſſer, ohne vorhergehende Temperatur-Erhöhung vermittelt.

Viel gröſsere Wahrſcheinlichkeit hatte das von Herrn Mayer ***) angegebene Zerſetzungs-Sy-

*) *Annalen der Phyſik*, III. B., S. 87. *A.*

**) *Eben daſelbſt*, II. B., S. 482. *A.*

***) Gren's *Journal der Phyſik*, V. B., S. 382. *A.*

ſtem in Stickgas, ſo lange Wiegleb's, Wurtzer's und Anderer Verſuche ſich beſtätigten; ſeitdem dieſe aber durch die Amſterdammer *) Chemiker und durch Herrn von Hauch **) widerlegt worden, bleibt auch dieſe Theorie ohne Nutzen.

Ich gehe nun zu den Syſtemen der andern Abtheilung über. Die *Verbindung* mit dem *Wärmeſtoffe* macht das ältere de Lücſche Syſtem aus, ***) und iſt ein Theil des neuern; ****) auch Herr Zylius *****) nimmt dieſen Zuſtand des Waſſers nach der Trennung von der Luft an. Da aber den Wärmeſtoff bis jetzt niemand kennt, ſo will ich, um Irrthum zu vermeiden, das Produkt ſeiner Verbindung mit dem Waſſer nennen. Es iſt der *Waſſerdampf*, eine luftförmige Flüſſigkeit, in welche ſich das Waſſer ohne das Hinzukommen eines andern Stoffs bei einem durch den Luftdruck beſtimmten Wärmegrade verwandelt, und welche das Eigenthümliche hat, zerſetzt zu werden, wenn man bei dem Wärmegrade, bei dem ſie ſich erzeugte, den

*) *Annalen der Phyſik*, II. B., S. 220. *A.*

**) *Eben daſelbſt*, S. 369. Vergleiche Scherer's *Ueberſicht der Unterſuchungen über die Verwandlung des Waſſers in Stickſtoffgas*, Halle 1800. *A.*

***) *Unterſuchungen über die Atmoſphäre*, II. Theil, S. 276. *A.*

****) Gren's *Journal der Phyſik*, IV. B., S. 267. *A.*

*****) *Preisſchrift*, S. 68. *A.*

Druck vermehrt, oder, bei unverändertem Drucke, bei dem sie sich bildete, die Wärme vermindert. Diese Eigenschaft, welche alle Physiker, nur verschieden ausgedruckt, dem Wasserdampfe beilegen, findet sich bei jenem, welchen die angeführten Meteorologen annehmen, gar nicht. Nach de Lüc*) soll er die Ursache der Hygrometer-Veränderungen seyn. Das Hygrometer zeigt aber diese in einer Temperatur und bei einem Luftdrucke, wobei kein Wasserdampf vorhanden ist; auserdem setzt sich auch bei jeder Temperatur nur ein Theil des in der Luft enthaltenen Wassers ab. Dieser Stoff kann daher kein Wasserdampf seyn. Dasselbe gilt auch für die Meinung des H. Zylius. Das, was de Lüc zu seiner Vertheidigung gegen diesen Einwurf, der sich jedem sogleich aufdringen muss, anführt, ist eine bloße Annahme. Die Luft**) soll, nach ihm, durch ihre Umhüllung diesen Wasserdunst gegen ihren eignen Druck schützen. Mir scheint hierin sogar ein Widerspruch zu liegen.

Ist es nun angenommen, dass bei dem Luftdrucke und bei der Temperatur der Luft an der Erde das Wasser noch nicht permanent dampfförmig seyn kann, und wir stellen damit die von mir an einem andern Orte ***) aufgestellte allgemeine

*) Gren's *Journal der Physik*, IV. Band, S. 267. *A.*

**) *Ideen z. M.*, I. Theil, S. 16. *A.*

***) *Annalen der Physik*, II. B., S. 245. *A.*

Urſache der Wärmeverminderung, je höher wir ſteigen, zuſammen, nämlich die Vermehrung der Wärme-Capacität derſelben Luftart, nach dem Verhältniſſe ihrer Verdünnung: ſo wird auch, (da die Wärme der Luft und der zum Sieden nöthige Wärmegrad in gleichem Verhältniſſe abnehmen,) das Waſſer in keiner Höhe permanent dampfförmig ſeyn; nur örtliche Urſachen werden es in Dampfgeſtalt verwandeln. Doch iſt zu unſerm Zwecke dieſer Beweis nicht unentbehrlich, da bewieſen iſt, daſs bei der Wärme der Höhe, bis zu welcher ſich Wolken bilden, noch kein Waſſer ſiedet.

Nehme ich aber einen Waſſerdunſt bei jeder Temperatur an, ſo hat freilich Herr Zylius *) der Erfahrung gemäſser, (nach der das Hygrometer im reinen Waſſerdampfe zur Trockenheit geht,) angenommen, ſo lange das Waſſer noch in Luftform ſey, wirke es nicht auf das Hygrometer; und ich geſtehe, daſs ſich Lichtenberg **) um die Hygrometrie würde ſehr verdient gemacht haben, wenn er, ſtatt bei dieſer Stelle ſeinem Gegner den Verſtand abzuſprechen, de Lüc gegen dieſen Einwurf vertheidigt hätte, insbeſondere da es hauptſächlich der *einzige* und Haupteinwurf des Herrn Zylius gegen den Genfer Naturforſcher iſt, der aber, wie ich glaube, erwieſen, daſs *der* Waſſerdampf, welcher von den Phyſikern in ſo vielen Ver-

*) *Preisſchrift*, S. 49. A.

**) *Vertheidigung des Hygrometers*, S. 115. A.

hältniſſen unterſucht iſt, nicht, wie de Lüc behauptet, die Urſache der Hygrometer-Veränderungen ſeyn kann, weil dieſe vorgehen, wo jener gar nicht exiſtiren kann; *) ſo iſt dies ſchon eine Lücke in jenem Syſteme, die nicht leicht auszufüllen ſeyn möchte.

Dies führt mich unmittelbar auf die Frage: *wie das Hygrometer afficirt wird?* Daſs das Waſſer jene Veränderungen hervorbringt, nehme ich als erwieſen an; die Meinungen ſind nur darin getheilt, ob ſich das Waſſer chemiſch mit den hygroſkopiſchen Subſtanzen verbinde, oder ob es ſich bloſs anhänge und ſich in die Zwiſchenräume lagere. Sauſſüre **) und de Lüc ***) entſchieden für die chemiſche Wirkung, Zylius ****) für die bloſse Adhäſion. Die Erſtern haben alle Analogie mit den Salz-Hygrometern für ſich, die ſich chemiſch mit

*) Ein Verſuch, der ſehr auffallend den Unterſchied zeigt, iſt die Verſchiedenheit, mit welcher feuchte bis über 80° R. erhitzte Luft und reiner Waſſerdampf in gleicher Temperatur auf das Hygrometer wirken. In dieſem geht es auf Trockenheit, in jenem hingegen kann man den hygrometriſchen Feuchtigkeitsgrad nach Gefallen verändern. Da hier das de Lücſche und das Sauſſürſche Hygrometer ſehr verſchiedene Reſultate geben, (de Lüc's *Ideen z. M.*, I, S. 55 bis 56,) ſo werde ich mich in der Fortſetzung noch damit beſchäftigen. *A.*

**) *Eſſ. de Hygr.*, §. 41. *A.*

***) *Ideen z. M.*, §. 24. *A.*

****) *Preisſchrift*, S. 33. *A.*

dem Waſſer verbinden, und dem Gange der Haar-Hygrometer und anderer ſich nähern; ferner die gewaltſame Wirkung befeuchteter hygroſkopiſcher Stoffe, z. B. die Trennung von Steinmaſſen durch angefeuchtete *) Keile; endlich den Verluſt aller Eigenſchaften, den das Waſſer durch dieſe Verbindung erleidet. Die Gründe des Herrn Zylius dagegen, 1. daſs in jeder chemiſchen Verbindung *der* Körper, der als Beſtandtheil mit andern Körpern chemiſch vereinigt wird, dadurch die Aeuſserung ſeiner charakteriſtiſchen Wirkungen verliert; und 2. daſs dieſe Verbindung durch keine phyſiſche Kraft aufgehoben und dem Körper ſeine vorigen eigenthümlichen Beſchaffenheiten wieder gegeben werden können, dieſes aber bei dem Waſſer in hygrometriſchen Stoffen nicht der Fall ſey, daſs daher, *wenn* Buchsbaum und Elfenbein ſich wie ein Schwamm zuſammendrücken lieſsen, das Waſſer ſich eben ſo daraus herſtellen würde: **) — dieſe Einwürfe bedürfen eigentlich, als bloſse Hypotheſe, gar keiner Widerlegung. Doch wird es vielleicht nicht am unrechten Orte ſeyn, hier noch hinzuzufügen, daſs, wenn wir uns an einer hygroſkopiſchen Subſtanz befeuchten, zwei Fälle eintreten können: entweder wir nehmen Waſſer hinweg, welches bloſs dem Stoffe adhärirt, ſo wie ſchwefelſaure Kalkerde mit Schwefelſäure befeuchtet werden kann; — oder, (da faſt alle Körper hygroſkopiſch ſind,) wir entrei-

*) Lichtenberg's *Verth. d. Hygr.*, S. 101. *A.*

**) Am angef. Orte, S. 35. *A.*

sen das Wasser durch chemische Anziehung, und der Druck darauf ist nur nöthig, um die beiden Körper in eine vollkommenere Berührung zu bringen. Ein Schwamm vereinigt beides, ein Theil des Wassers ist mit ihm chemisch verbunden, ein anderer hängt blos in seinen vielen Höhlungen; eben daher kann auch dem Schwamme durch blosen Druck nur dieser Theil des Wassers genommen werden. Aber weil das Hygrometer chemisch das Wasser bindet, so braucht es darum noch nicht chemisch einem andern Körper, z. B. der Luft, das Wasser zu entziehen; es wäre daher immer noch unbestimmt, ob es blos das Wasser, (wie Zylius *) meint,) anzeigt, welches sich aus der Luft auf irgend eine Art abgeschieden hat, oder ob es auch Wasser dadurch anzeigt, dass es dasselbe abscheidet? Ich glaube das Letztere mit Grunde bejahen zu können. Wenn wir in eine Luft, die im Mittel der Feuchtigkeit sich befindet, die also durchaus noch keine Feuchtigkeit absetzt, sondern sie noch begierig verschluckt, ein bis zum Trockenpunkte zurückgebrachtes Hygrometer setzen, so steigt dieses; es verbindet sich Wasser damit. Dieser Versuch beweist die Abscheidung des Wassers durch hygroskopische Substanzen hinlänglich; zugleich widerlegt er auch die Gründe des Herrn Zylius gegen das Hygrometer überhaupt, die nicht blos die Hygrome-

*) Am angeführten Orte, S. 49. A.

trie zu modificiren, sondern gänzlich aufzulösen drohten. *)

Das Aufsteigen des Wassers durch die *Verbindung mit Electricität*, oder mit electrischer Materie, behauptete zuerst Beccaria. **) Seine Gründe dafür waren nur Analogien und Aehnlichkeiten, dass Regen Electricität zeige, dass der Rauch um electrisirte Körper Wolken bildet, dass die Electricität die Ausdünstung befördere u. s. w. Der letzte Versuch ist nach van Marum ***) falsch befunden worden; die übrigen Erscheinungen lassen sich ohne diese Annahme erklären. Das Produkt jener Verbindung selbst ist ausserdem völlig unbekannt, also die ganze Erklärung bloss hypothetisch.

Herrn de Luc's neuestes System, das letzte dieser Klasse, ist zu bekannt, um einer weitläuftigern Auseinandersetzung zu bedürfen. So wie Saussüre eine Verbindung des Wassers mit Luft, so nimmt er eine ****) Verbindung mit Feuer und einer dritten, aerisirenden Substanz, (wie Lichtenberg *****) sie sehr passend nennt,) zu Luft an.

*) Dies nahm auch Gren an. Vergl. *Grundriss der Naturlehre*, §. 948. *A.*

**) *Lettere dell' elettricismo. Bologna* 1754. *A.*

***) *Annalen der Physik*, I. B., S. 122. *A.*

****) Vergl. die verschiedenen Briefe in Gren's *Journale der Physik* zur Uebersicht, II, S. 266. *A.*

*****) *Vertheidigung des Hygrometers*, S. 200. *A.*

„Waſſer und Feuer", ſagt de Lüc, „ſind allen Luftarten gemein; jenes iſt der wägbare Theil derſelben, und ſie unterſcheiden ſich nur durch das Verhältniſs dieſer Beſtandtheile und durch den aeriformen Stoff. Das Hygrometer zeigt dieſes Waſſer nicht an, ſondern nur das als Dampf darin enthaltene." Allein wir haben ſchon vorher geſehen, daſs ſich gegen dieſe letztere Vorſtellungsart ſehr gegründete Einwürfe darbieten, daſs dadurch die de Lüc'ſche Theorie den Erklärungsgrund für die Hygrometer-Veränderungen verliert; nicht ſo unmittelbar, ich glaube überhaupt, auf gar keine unmittelbare Art, läſst ſich etwas gegen de Lüc's eigentliches Syſtem ſagen.

Daſs es nicht durch Verſuche begründet iſt, daſs es überhaupt durch Verſuche nicht begründet werden kann, folgt ſchon daraus, weil jene Stoffe nicht wägbar und nicht dargeſtellt ſind; daſs es aber leicht ſey, durch ſolche Stoffe zu erklären, iſt eben ſo gewiſs. Ich würde daher keinen Augenblick anſtehen, wenn keine darſtellbaren Stoffe zur Erklärung der meteorologiſchen Erſcheinungen, wenn ſelbſt ein hypothetiſcher Stoff dazu nicht genügte, zu de Lüc's Theorie mich zu bekennen, und nur in dieſem Falle der goldnen Regel Baco's getreu zu ſeyn glauben. Vorher will ich daher noch Sauſſüre's Auflöſungs-Theorie und de Lüc's Einwürfe gegen dieſelbe, die ich keineswegs für ſo unbedeutend halte, wie ſie Herrn Zy-

Hus nach seiner Ansicht vom Hygrometer erscheinen, gegen einander halten und prüfen.

Gewöhnlich wird Saussüre's *Theorie* so dargestellt, als wenn er nothwendig voraussetzte, daß nicht anders die Luft das Wasser auflöse, als wenn dieses vorher sich in Dampf verwandelt. Aus einigen Stellen, insbesondere §. 264, scheint auch dies zu folgen; doch glaube ich, aus mehrern andern Stellen schliessen zu müssen, diese Meinung habe ihm keinesweges nothwendig geschienen, und sie entstehe nur aus der Schwierigkeit, die Saussüre hatte, Mengung und Mischung zu unterscheiden. Aus der Randnote zum §. 190.: *L'eau ne s'évapore qu'en se changeant en vapeur elastique*, und aus der darin angeführten Erfahrung: *Le manomètre renfermé avec de l'eau et de l'air fait voir que l'eau en s'évaporant augmente le volume de l'air, et que cette augmentation vient de la production d'un fluide élastique plus rare que l'air même, et qui n'est autre chose que l'eau reduite en vapeurs*, — scheint jene Meinung zu folgen. Dies hört aber auf, sobald man den Zusatz liest: *La seule difference qu'il y ait entr'eux* (zwischen dem reinen Wasserdampfe, wie er aus der Aeolipila kommt, und zwischen dem unter der Glocke gebildeten Dampfe,) *c'est, que celui qui sort de l'éolipile, est très pure et à peu près pur, au lieu que celui qui est produit par une évaporation insensible, est plus dense, et mélange d'une plus grande quantité d'air.* Er fragt hierauf, ob wohl Luft und Wasser hier chemisch mit einander vermischt sind,

und

und nachdem er mehrere Gründe angeführt hat, fährt er fort: *ce ſont des indices certains d'une combinaiſon intime des élémens de la vapeur avec les élémens de l'air, ou d'une vraie diſſolution chimique.* Man leſe ferner den §. 195, warum die Ausdünſtung durch die Winde vermehrt wird, um ganz überzeugt zu werden, daſs Sauſſüre, ungeachtet er an einem andern Orte *) einen Unterſchied zwiſchen *vapeur élaſtique* und *vapeur diſſoute* macht, doch hier, wo es auf den Hauptbeweis unter der Glocke ankam, daſs Waſſerdunſt ſich auch auſser der Siedehitze bildet, doch weiter nichts bewies, als daſs *vapeur diſſoute* entſtanden ſey; daſs es ſelbſt zweifelhaft werde, ob er noch mehr habe damit beweiſen wollen, gewiſs aber, daſs nichts mehr damit zu beweiſen ſey. Wenn nun aber, wie wir geſehn haben, das Waſſer weder unverändert noch als Dampf ſich in der Atmoſphäre befinden konnte, und es den Grundſätzen einer richtigen Naturbetrachtung widerſpricht, die Verbindung mit hypothetiſchen Stoffen anzunehmen; was bleibt uns dann noch für eine Zuflucht als die Verbindung mit der Luft, die Auflöſungs-Theorie? Um ſo genauer werden wir daher die Einwürfe dagegen durchgehen müſſen.

Herr de Lüc hat dieſe Theorie nicht in ihren Gründen, ſondern in ihrer Anwendung auf die meteorologiſchen Erſcheinungen beſtritten. Es ſind

*) §. 264. A.

zwei Beobachtungen auf dem *Bunt*, *) die er ihr insbesondere entgegengestellt. Hier sah er erstlich, dass die Luft trockner wurde, je höher er stieg. Das Hygrometer stand nämlich den 30sten Morgens bei 24° Reaumur in der Abtey Sixt auf 43,7°, den 31sten auf dem Bunt, 6808 Fuss höher, bei 6° R. auf 33,5°. Dieses reducirt er in Rücksicht der geringern Wärme auf den Hygrometer-Stand in der ersten Station nach den Saussürischen Tafeln, und findet daraus 24° des Hygrometers. Gegen diese Beobachtungen bieten sich uns aber viele Erinnerungen dar. Sie sind nicht gleichzeitig an beiden Orten angestellt; sie stimmen nicht mit den oft wiederhohlten Versuchen **) Saussüre's; und endlich können sie nichts ausmachen, weil die Luft, welche einen Berg umgiebt, sehr verschieden von der übrigen seyn muss, so wie überhaupt die Luft um jeden hygroskopischen Körper. Ueberdies ist die Reduction auf 24° unrichtig. Wenn von Trockenheit einer Luft gesprochen wird, so kann nicht von der absoluten Menge Wasser die Rede seyn, die sie enthält, sondern nur von der relativen, oder von dem Grade ihrer Sättigung. Jene Tafel dient daher nur zur Beantwortung auf die Frage: wie hoch das Hygrometer in dieser Luft stehen würde, wenn

*) *Untersuchungen über die Atmosphäre*, §. 929. *Ideen z. M.*, II, S. 7. Gren's *Journal der Physik*, III, S. 294. *A.*

**) *Ess. d'Hygr.*, pag. 468 f. *A.*

die Temperatur bis zu einem gewiſſen Grade erhöht würde.

Herr de Luc bemerkte ferner, daſs, ungeachtet dieſer Trockenheit auf dem Berge, ſich in der Gegend Wolken zuſammenzogen, worauf es ſtark regnete, wobei ſich aber der Stand des Hygrometers unter dem Obdache nicht ſehr veränderte. Er ſchlieſst daraus, daſs alſo, um Feuchtigkeit aus der Luft abzuſcheiden, dieſe nicht bis zum Maximum feucht zu ſeyn braucht. Man wird ſich aber auſser den obigen Gründen noch folgender erinnern. Es fehlt uns an Beobachtungen, ob dünnere Luft, als die mittlere an der Erde, das Hygrometer auch bei ihrer gröſsten Feuchtigkeit bis zu dem in jener beſtimmten Maximum erheben kann. Aber, wenn ſich auch dieſes nicht fände, was ich in der Fortſetzung dieſer Beiträge unterſuchen werde, ſo bildete ſich der Regen doch immer nicht da, wo das Hygrometer beobachtet wurde, und der Wind konnte ja ſchon abgeſchiedene Feuchtigkeit in Wolken dahin treiben.

Ein dritter Einwurf wird von der Menge des herabfallenden Regens hergenommen. Wenn man auch annimmt, daſs die Temperatur-Veränderung groſs genug iſt, und ein Theil der obern Luft das Maximum überſteigt und Waſſer abſcheidet, wie will man die groſse Menge erklären, die wir herabfallen ſehen? Hier muſs auf die abſolute Menge von Waſſer in der obern Luft, alſo auch auf den Wärmegrad, und, was nicht vergeſſen werden muſs,

auch auf *die Verdünnung* gesehen werden. Die Wärme vermehrt das Wasser-Fassungsvermögen der Luft,*) die Verdichtung vermindert es.**) Die Wirkung der letztern ist nicht genau bestimmt, Saussüre***) selbst hat erst spät in der Meteorologie davon Gebrauch gemacht. Für die erstere hat Saussüre****) eine Tafel aus Versuchen berechnet. Nach ihr ist bei 30° des Reaumur. Thermometers und 98° des Hygrometers, der Wassergehalt nur 20,7 Gran; wie viel geringer ist er daher nicht in jenen kältern obern Luftschichten! Merkwürdig ist es indessen, dass in Rücksicht des Wassergehalts der Luft die älteren Versuche so sehr von den Saussürischen abweichen. Auf den Branderschen *****) Hygrometern ist angemerkt, dass man 2 Gran Wasser im Cubikfusse Luft, für jede 3 Grad des Hygrometers rechnen könne, und dieses ist in 360° eingetheilt. Freilich verdienen hier Saussüre's sorgfältigere Versuche mehr Zutrauen; auch lässt sich diese Schwierigkeit ohne Zwang und ohne der Auflösungs-Theorie zu widersprechen, erklären.

*) Saussüre *Hygr.*, p. 122. *A.*

**) Saussüre *Hygr.*, pag. 193. *A.*

***) *Annalen der Physik*, I Bd., S. 317. *A.*

****) *Ess. d'Hygr.*, p. 261. *A.*

*****) Lambert's *Hygrometrie*, Augsburg 1774. a. d. Titelkupfer, §. 60 und 64. *A.*

Ich mufs hier an einige merkwürdige, aber leicht erklärbare Erfahrungen Richmann's *) erinnern. Sie beweifen, dafs Waffer, welches beträchtlich kälter als die umgebende Luft ift, durch eine partiale Erkältung, ftatt Feuchtigkeit daran abzugeben, fie daraus niederfchlägt, und am Gewichte zunimmt. Daffelbe wird auch bei den Regentropfen der Fall feyn, die aus einer grofsen Höhe herabfallen; auch fie werden wegen ihrer Kälte **) aus der ganzen Luftfäule Feuchtigkeit in fich nehmen. Die Erfahrung beftätigt diefes fehr auffallend. Heberden ***) fagt, dafs die Mengen des Waffers, welches nach Angabe der Regenmeffer auf die Weftminfter-Abtey in London, auf ein Haus ganz in der Nähe derfelben, und 15½ Fufs tiefer herabfiel, fich wie 5 : 8 : 10 verhielten. Eben fo verhielt fich die Menge des Waffers auf einem Berge zu dem im Thale, wie 8,165 zu 8,765, und man findet, dafs die Regentropfen in der Ebene ****) immer gröfser find, als auf nahe gelegenen Bergen. Auch ift es eine bekannte Erfahrung, dafs der ftarke Schnee nie bei der ftärkften Kälte eintritt. Hier ift der Wärme-

*) *Novi Comment. Acad. Petrop.*, T. II, p. 145 feqq. *A.*

**) Lambert beobachtete, dafs, wenn es im Sommer in der Ebene bei Chur regnete, es auf den nahgelegenen Bergen fchneite. *Acta Helvet.*, Vol. 3, p. 325. *A.*

***) *Phil. Transact.*, Vol. LIX, p. 1. *A.*

****) Gehler's *Wörterbuch*, Th. III, S. 646. *A.*

unterſchied zwiſchen der obern und untern Atmoſphäre nicht groſs genug, und es bildet ſich nur ein feiner Schnee, den man immer nur bei der ſtärkſten Kälte wahrnehmen kann. Wenn wir nun nach dieſer Erklärung einen Ueberſchlag machen, wie viel Waſſer bei einer Regenbildung von 8000 Fuſs Höhe, (wo de Lüc *) dies ſelbſt beobachtete,) wenn jeder Cubik-Fuſs nur 3 Gran dazu im Durchſchnitte liefert, ohne Wind und herangetriebene Wolken ſich niederſchlage, ſo giebt das 24000 Gran oder 4^{1} Pfund auf jeden Quadratfuſs. Rechnen wir nur 100 Regentage **) auf ein Jahr, und den Cubik-Fuſs ***) Regenwaſſer zu 70 Pfund, ſo macht das über 416 Pfund auf einen Quadratfuſs oder 5,9 Cubik-Fuſs, und ein mehr als doppelt ſo hohes jährliches Regenmaaſs, als die Erfahrung ****) giebt. Eine Rechnung, wodurch die Auflöſungs-Theorie völlig gegen alle Gegenrechnungen Lichtenberg's *****), (ſo wie gegen den Einwurf der Un-

*) *Ideen*, II, S. 7. *A.*

**) Zu Leyden waren im Durchſchnitte 107 Regentage. Muſſchenbroek *Intr. ad phil. nat.*, II T., §. 2365. *A.*

***) Vergl. Schmidt's *phyſ.-math. Abhandl.*, S. 90. *A.*

****) Das Regenmaaſs zu Leyden finde ich als Mittelzahl aus ſiebzehnjährigen Beobachtungen 28$\frac{5}{12}$ Z. Vergl. Muſſchenbroek, §. 2364. *A.*

*****) *Verth. des Hygr.*, S. 137. *A.*

zulänglichkeit in Rückſicht der Menge des herab-fallenden Waſſers,) geſchützt iſt.

Ungeachtet dieſe Theorie durch die bisherigen Einwürfe nicht erſchüttert worden, ſo iſt ſie doch eben ſo wenig beendigt, wie alle andere Theile der Phyſik. Sie hat noch viele und groſse Lücken. Dazu rechne ich das den ſpecifiſch leichteren Körpern ähnliche Schweben der Wolken, ihr Sinken und Steigen nach den Veränderungen der Atmoſphäre, da die Erklärung des Herrn Zylius, *) der ſie mit Waſſerdampf füllte, nach den obigen Gründen nicht angenommen werden kann. Verſuche mit Platten, die, wenn ſie auf einer Seite mit Stanniol belegt waren, auf der andern Seite nicht bethauet wurden, machen es wahrſcheinlich, daſs hierbei Electricität wirkſam iſt, und daſs Wolke und Erde ſich erſt vereinigen, wenn ſie aufhören gleich electriſirt zu ſeyn, oder entgegengeſetzt electriſch werden; wonach auch die Schnelligkeit, mit der ſie herabſteigen, ſich richten wird. Dieſe electriſche Entgegenſetzung findet beſonders beim Hagel ſtatt und bei Gewitterregen. Jener **) iſt faſt immer negativ, und er ſtürzt ſo ſchnell aus der Höhe herab, daſs er ſtatt aufzuthauen durch die ſchnelle Verdünſtung noch mehr gefriert. Die ſcharfſinnige de Lüciſche ***) Erklärung der Wolken, daſs ſie eben ſo, wie die

*) *Preiſsſchrift*, S. 68. A.

**) *Annal. d. Phyſ.*, III. Bd., S. 82. A.

***) *Ideen u. M.*, II T., S. 91. A.

Nebel über kochendem Waſſer, wechſelnd ſich bilden und auflöſen, mag allerdings in manchen Fällen richtig ſeyn; aber immer iſt ſie es ſicher nicht. Davon kann uns die Beſtändigkeit der Geſtalt mancher Wolken hinlänglich überzeugen. Von den übrigen Forderungen an die Theorie in der Fortſetzung.

Andere Erklärungen nach dieſer Theorie, z. B. der vertikale Wind, ſind beſtritten *) worden, oder bloſs durch Miſsverſtand **) entſtanden; andere Theile der Unterſuchung laſſen noch neue Reſultate hoffen. Dahin gehören insbeſondere die Wirkungen eines augenblicklichen Drucks auf die Luft, es ſey als Wind ***) oder als Ton. Für den Einfluſs des letztern ſpricht die Volkserfahrung, daſs durch den Kanonendonner der Regen zerſtreut wird; in Rückſicht des erſtern muſs ich auf eine Erfahrung Kratzenſtein's ****) aufmerkſam machen. Auch

*) Von de Lüc in den *Ideen z. M.*, II Th., S. 67. *A.*

**) Dahin gehört beſonders die Meinung, als wenn das Waſſer nur durch Verbindung mit Luft in Dampf verwandelt werde. *A.*

***) Nach de Lüc, *Ideen*, II Bd., S. 117, iſt der Hagel allemahl mit heftigen Windſtöſsen verbunden. *A.*

****) *Abhandl. von dem Aufſteigen der Dünſte und Dämpfe*, Halle 1744, S. 12. Er pumpte die Luft aus einer gläſernen Kugel aus, wobei ſie völlig durchſichtig blieb; lieſs man jetzt Luft hinein, ſo war ſie ſo

die Wirkung der Veränderung des Sauerſtoff-Gehalts auf die Waſſerhaltungs-Fähigkeit iſt wenig unterſucht. Doch ich ſchlieſse; denn auch hier machen wir die Erfahrung, daſs die Menge des Unbekannten und Ungewiſſen gegen das Ausgemachte gehalten, unendlich groſs werden möchte.

lange voll Waſſernebel, bis ſie mit Luft angefüllt war, dann wiederum völlig durchſichtig. *A.*

(Die Fortſetzung in einem der folgenden Stücke.)

V.

BEITRÄGE

zur Lehre von der Wärme, in phyſikaliſcher und ökonomiſcher Rückſicht,

vom

Herrn Grafen von RUMFORD

in London.

(Fortſetzung, *Ann.*, IV, 84.)

8. *Verſuche mit Braukeſſeln; in wieweit es vortheilhaft iſt, Flüſſigkeiten in groſsen Maſſen zu kochen; Schätzung der Total-Hitze, welche verſchiedene Brennmaterialien geben, und des wirklichen Verluſts an Hitze beim Kochen.*

Der Braukeſſel, mit welchem ich die erſten dieſer Verſuche in einem kurfürſtlichen Brauhauſe anſtellte, iſt ein rechtwinkliges Parallelepipedon, 10 baierſche Fuſs lang, 8′ breit und 4′ tief, *) und enthält 8176 baierſche Maaſse, oder 1866 Gallonen engliſches Weinmaafs, diente zum Brauen des leichten Weiſsbiers, und hatte bis dahin täglich 4 Klaftern Fichtenholz zur Feuerung gebraucht. Nachdem ich deſſen Feuerſtätte verbeſſert, und ihn mit einem höl-

*) 100 baierſche Zolle ſind gleich 95¼ engl. Zollen.

zernen Deckel verſehn hatte, brauchte er nicht einmahl mehr 1½ Klafter Fichtenholz täglich.

In dieſer neuen Feuerſtätte iſt die Höhlung unter dem Braukeſſel mittelſt dünner Wände von Backſteinen in drei Feuergänge, oder Röhren, (*flues*,) abgetheilt, die nach der Länge des Keſſels fortlaufen. In dem mittelſten Feuergange, der doppelt ſo weit iſt als die beiden andern, brennt das Brennmaterial auf einem 20 Zoll breiten und 36 Zoll langen Roſte. Der Zugang zu dieſer Feuerſtätte, durch welchen das Holz hineingelegt wird, iſt mit zwei eiſernen Thüren, die 8 Zoll von einander abſtehn, verſchloſſen. An der vordern Seite befindet ſich, ungefähr 20 Zoll unter dem Boden des Keſſels, der horizontale Roſt, und die zur Unterhaltung des Feuers nöthige Luft ſtrömt unterhalb des Roſtes durch das Regiſter der Aſchenloch-Thüre hinein.

Wenn die Thüre der Feuerſtätte verſchloſſen iſt, ſo ſteigt die Flamme zuerſt ſenkrecht gegen den Boden des Keſſels, dann ſtreicht ſie horizontal bis zum Ende des mittelſten Ganges. Hier ſpaltet ſie ſich, kehrt in den beiden Seitengängen zurück, ſteigt dann zu zwei andern horizontalen Feuergängen, die über den vorhergehenden ſtehn und den Keſſel rings umlaufen, und erſt nachdem ſie in ihnen den Keſſel rings umſtrichen hat, geht ſie durch beſondere Kanäle, die mit Klappen verſehn ſind, in den Rauchfang. Die Zeichnungen auf Taf. VI können zur Erläuterung dieſer Einrichtung dienen, ſtellen ſie gleich eine etwas andere Einrichtung der Feuerſtätte vor.

Um das Brennen des Feuers in der verschlossnen Feuerstätte beobachten zu können, liefs ich neben der Thüre eine konische, nach innen sich erweiternde Oeffnung in die vordere Wand der Feuerstätte brechen, und darin eine 6 Zoll weite und etwa 4 Zoll lange kupferne Röhre befestigen, in die eine andere kurze bewegliche Röhre mit einem Glase passte. Ein solches Fenster ist auch bei der in Fig. 3 und 4 dargestellten Feuerstätte zu sehen, und mit einer punktirten Linie bezeichnet, (*c*, *d*.) Diese Vorkehrung verschaffte mir nicht nur viel Vergnügen, sondern auch grofsen Nutzen. Ich konnte dadurch die mancherlei Bewegungen der Flamme beobachten, und hieraus mit einiger Genauigkeit auf die verschiedenen Wirkungen der veränderten Einrichtungen schliefsen.

Der Rand des Kessels ist an vier ihn umgebende Eichenbalken genagelt, auf welchen ein flaches Doppeldach ruht, das, von leichtem Holze und so dicht als möglich verfertigt, dem Kessel zur Decke dient. Aus dem Gipfel dieses Dachs steigt eine offene, hölzerne, ungefähr 12 Zoll weite, mit einer hölzernen Klappe versehene Röhre senkrecht in die Höhe, (*m*, Fig. 1,) die durch das Dach des Brauhauses den Dampf in die freie Luft führt. — An der Seite des Dachs, wo der Meischbottig steht, und an der entgegengesetzten, wo die Würze in die Kühlfässer läuft, sind zwei grofse hölzerne Fallthüren angebracht, (*i* und *k*, Fig. 1,) die sich durch Stricke, welche über Rollen laufen, aufziehn lassen. Auch

befinden sich im Dache zwei Glasfenster, um die kochende Flüssigkeit, sobald der Dampf klar und unsichtbar wird, wie das wenige Minuten nach dem Anfange des Kochens zu geschehn pflegt, durch sie betrachten zu können. Will man diese Dachthüren oder Fenster öffnen, so muss man zuvor die Klappe der Dampfröhre aufmachen, weil man sonst Gefahr läuft, vom heraustretenden Dampfe verbrannt zu werden; ist dagegen die Klappe offen, so strömt kein Dampf zu den Thüren oder Fenstern heraus, wenn man diese auch noch so weit öffnet. Eine ähnliche Vorsicht ist nöthig, wenn man die Thüre der Feuerstätte öffnen will, und die Klappen der Rauchkanäle nur wenig offen stehn; diese müssen dann zuvor entweder ganz geöffnet, oder das Register der Aschenloch-Thüre muss verschlossen werden.

Die Resultate eines Versuchs, den ich mit diesem Braukessel anstellte, kennt der Leser schon aus der Probetabelle; (*Ann.*, IV, 97.) Ich theile sie hier abermahls im Vergleiche mit dem Mittel aus zwei andern Versuchen mit: *)

*) Doch stimmen nicht alle Zahlen in dieser Tabelle unter Versuch 27, mit denen in der Probetabelle, *Ann.*, IV, 97, überein. *d. H.*

	Verſuch 27	Verſuch 28
Quantität Waſſer im Keſſel	12508 Pf.	12508 Pf.
Temperatur deſſelben beim Einfüllen	60°	58°
Zeit, bis das Waſſer zu kochen anfing	3 St. 40 Min.	3 St. 48 Min.
Bis dahin verbrauchtes Holz	800 Pf.	825 Pf.
Zeit des fortgeſetzten Kochens	2 St. 43 Min.	
Dazu verbrauchtes Holz	100 Pf.	
Art des Holzes	Fichten.	Fichten.
Genaueſte Reſultate.		
Quantität des *eiskalten* Waſſers, das durch ein Pfund Holz zum Kochen gebracht werden kann	12,06 Pf.	12,70 Pf.
Zeit, in welcher, dem Reſultate des Verſuchs zufolge, *eiskaltes* Waſſer, (zu München,) mit der gegebenen Portion Holz zum Kochen zu bringen iſt.	4 St. 20 Min.	4 St. 20 Min.
Quantität des kochend heiſſen Waſſers, das mit einem Pfunde Holz eine Stunde im Kochen erhalten werden kann.	339,80 Pf.	

Da bei dieſen Verſuchen 1 Pf. Holz kaum 13 Pf. eiskaltes Waſſer zum Kochen bringen konnte, und in den kleinen Kochgefäſsen 20 Pfund eiskaltes Waſſer mit derſelben Portion Holz kochend gemacht wurde, (*Ann.*, IV, 96, ff.;) ſo ſchien das entwe-

der ein Zeichen, dafs fowohl der Braukeffel als die Feuerftätte fich noch fehr müfsten verbeffern laffen, oder dafs ich mich in der Vorausfetzung täufchte, dafs, je gröfser der Kochbehälter ift, auch die Erfparnifs des Brennmaterials defto gröfser feyn müffe. Da indefs der Boden des Keffels im Vergleiche mit dem Kupferbleche, woraus meine Küchengefäfse beftanden, fehr dick war, und darin die Urfache des grofsen Holzaufwandes mit liegen konnte, fo benutzte ich die Gelegenheit, die fich gerade fand, einen neuen verbefferten Braukeffel verfertigen zu laffen, mittelft deffen ich eine neue Thatfache in Rückficht der Wärme kennen lernte, die von Wichtigkeit ift.

Folgendes ift die Befchreibung dieffes *neuen Braukeffels* und *feiner Feuerftätte*, die nach meiner Angabe und unter meiner Aufficht verfertigt und eingerichtet wurden, und die mit allen ihren Theilen in den Zeichnungen der Kupfertafel zu fehen find.

Diefer Keffel ift 12 baierfche Fufs lang, 10 Fufs breit und nur 2 Fufs tief, und aus Blech verfertigt, das für feine Gröfse ungewöhnlich dünn, im Durchfchnitte nicht einmahl $\frac{1}{10}$ eines englifchen Zolls dick ift. Rechnet man die 64 Pfund fchweren Nägel ab, womit die Bleche an einander befeftigt find, fo wiegt er zufammen nicht mehr als 674 bair. Pfund, oder $834\frac{3}{4}$ Pfund Averdupois. Der obere Theil des Keffels ift mit einem Rahmen von Eichenbalken umge-

ben, (*a*, *b*, Fig. 1,) worauf das ſchon zuvor kurz beſchriebene Dach ſteht. Der Boden des Keſſels iſt flach und ruht horizontal auf den dünnen Scheidewänden, welche die drei Feuergänge, (Fig. 3,) bilden. Die Fugen, wo die Bleche zuſammen geſchlagen ſind, woraus der Boden beſteht, laufen über dieſe Wände hin, ausgenommen im mittelſten Gange, der zu breit iſt; daher hier die Bleche etwas ſtärker ſind, nämlich 0,118 engliſche Zoll. Zuſammen laufen 5 Gänge unter dem Boden des Keſſels weg. Der mittlere Gang, wo ſich die eigentliche Feuerſtätte befindet, iſt 44, und der eine Nebengang oben 20, der andere 19 Zoll breit, (unterhalb, wo die Wände an Stärke zunehmen, nur 13 Zoll,) und beide ſind 14½ Zoll tief. Die Wände dieſer Gänge werden durch die punktirten Linien in Fig. 1 dargeſtellt. Die Scheidewände des mittlern ſtehen von dem hintern Ende des Herdes um die Breite der ſchmalen Feuergänge ab, um der ſich theilenden Flamme den Durchzug in die Nebengänge zu öffnen. In den beiden innern Nebengängen kehrt die Flamme nach dem vordern, in den beiden äuſſerſten wieder nach dem hintern Ende des Herdes zurück; ehe die Feuerſtätte geändert wurde, vereinigten ſich hier die beiden Theile der Flamme aufs neue in einem 7 Zoll breiten und 16 Zoll hohen Kanal, der ſie erſt rings um die Seiten herum, und dann in den Rauchfang leitete, wie man das in Fig. 4 ſieht. Der ganze Umlauf, den die Flamme auf dieſe Art machte, belief ſich über 70 Fuſs, und dieſes hielt

ſich

ich für hinlänglich, damit ſie alle ihre Wärme dem Keſſel abtreten könne. *)

*) *Erklärung der Zeichnungen dieſes neuen Braukeſſels auf Taf. VI.* — Fig. 1 iſt ein *Aufriſs* der Feuerſtätte des Keſſels und ſeiner Bedachung von der vordern Seite geſehn; den Keſſel ſelbſt verbirgt das Mauerwerk. Die Zeichnung ſtellt die innere Thüre zur Feuerſtätte verſchloſſen, und, damit man ſie ſehn kann, die vordere Thüre aus ihren Angeln gehoben, dar. *A* und *B* ſind Gewölbe, die man in der Maſſe des Mauerwerks gemacht hat, theils um etwas an Ziegeln zu erſparen, theils um das nöthige Brenn-Material hineinlegen und ſo bei der Hand haben zu können. Die punktirten Linien zeigen die Scheidewände der Feuerſtätte und der Feuergänge; auch einen Durchſchnitt des Keſſels. Das kleine runde Loch, der Thüre der Feuerſtätte zur Linken, iſt ein Fenſter, wodurch man das Feuer in der Feuerſtätte beobachten kann. *a*, *b* ſtellt die hölzerne Einfaſſung des Keſſels vor; *c*, *d* eine auf beiden Seiten befindliche Plattform, worauf die Braukneehte ſtehn, wenn ſie die Keſſel ausleeren, oder ſonſt darin zu arbeiten haben; und *e f* eben ſo eine Plattform, 18 Zoll breit, beſtimmt, um von einer Seite des Keſſels zur andern gehn zu können, und die einen Fuſs höher als die beiden andern liegt, damit man zu den Oeffnungen der Feuergänge *g* und *h* hinzukommen könne. Dieſe Oeffnungen ſind mit doppelten Mauerwänden verſetzt, und werden nur geöffnet, wenn man die Feuergänge reinigen will.

Figur 2 iſt ein *ſenkrechter Längendurchſchnitt* durch die Mitte des Keſſels, der Feuerſtätte und

Hier folgen drei Verſuche, die ich den 10ten October 1796 mit dieſem neuen Keſſel anſtellte.

der Bedachung. *A* ſtellt das Aſchenloch vor, deſſen Thüre mit einem Regiſter verſehn iſt; *B* die Feuerſtätte und ihren ſchüſſelförmigen Roſt; und *C* die Oeffnung, durch die das Brennmaterial in die Feuerſtätte gelegt wird, mit ihren beiden Thüren. *D* iſt ein zur Erſparung der Ziegel leer gelaſsner Raum; *E* der Keſſel, *F* ſeine hölzerne Bedachung; *m* die mit einer Klappe verſehne Dampfröhre; *R*, *R* die ſenkrechte Mauer des Brauhauſes, an die das Mauerwerk des Keſſels ſich anlehnt; und *a*, *b* die hölzerne Einfaſſung, in der der Keſſel ruht. Man ſieht in dieſer Zeichnung ſehr deutlich die ganze Bauart und Einrichtung der Bedachung, ſo wie der Thüren und Fenſter in derſelben.

Figur 3 iſt ein *horizontaler Durchſchnitt der Feuerſtätte*, gerade unter dem Boden des Keſſels, da, wo er auf den Scheidewänden der Feuergänge ruht; und zwar ſtellt dieſer Durchſchnitt die Feuerſtätte ſo vor, wie ſie bald darauf abgeändert wurde, als man den Feuergang, der rund um die Aüſsenſeite des Keſſels lief, zumauerte, und zeigt alſo die gegenwärtige Beſchaffenheit dieſer Feuerſtätte.

Die gekrümmten Pfeile zeigen den Lauf der Flamme in den Feuergängen unter dem Keſſel. *a*, *b* ſind die beiden Kanäle, (deren jeder mit einer Klappe verſehn iſt,) durch die der Rauch in den Schornſtein geht; *e*, *e*, *e*, *e*, *e*, *e* ſind ſechs kleine Communications-Löcher, durch die die Flamme aus den Feuergängen in dem hohlen Gange, der rund um die Aufsenſeite des Keſſels läuft, und der zuvor auch zu einem Feuergange gedient hatte,

Das Wetter war schön; das Barometer stand auf 28 englische Zoll und das Fahrenheitsche Thermometer auf 36°.

Versuch 29.

Der Kessel war 11′ 6,02″ lang, 9′ 7,783″ breit, und 2′ 0,205″ englische Maafs tief. Wurde er bis an den Rand angefüllt, so gingen 14163 baiersche Pfund Wasser, bei der Temperatur von 55°, hinein, das ist, 17540 Pfund Averdupois oder 2099 Wein-Gallonen. Wirklich enthielt er zu Anfang der beiden Versuche 8120 baiersche Pfund Wasser, gleich 10056 Pfund Averdupois, oder beinahe 1204 Wein-Gallonen.

hineinspielt; und *d*, *d*, *d*, *d* vier Oeffnungen, mittelst deren man diesen nun vermauerten Feuergang bei seiner ersten Einrichtung reinigen konnte. Die Thüren zur Feuerstätte und das konische Loch in der Mauer, das zum Beobachtungsfenster links neben der Thüre diente, sind durch punktirte Linien angegeben; *ef* ist die Stelle der innern Thüre.

Figur 4 stellt in einem horizontalen Durchschnitte längs des Bodens des Feuerganges, in welchem die Flamme anfangs noch rund um den Kessel circulirte, die erste Einrichtung der Feuerstätte vor.

Figur 5 ist die vordere Ansicht der *Aschenloch-Thüre* mit ihrem Register. Diese Thüre wird, wie man in der Zeichnung sehen kann, mit einer Klinke von ganz besonderer Art zugeschlossen. Sie schliefst an die vordere Kante ihrer Rahmen fest an, aber nicht in sie hinein; weshalb, sagen die *Ann. der Physik*, III, 314. Graf *Rumford*.

Zur Feuerung diente Fichtenholz, das zuvor etwas war gedörrt worden, in 3 Fuſs $4\frac{1}{4}$ englische Zoll langen Scheiten.

Zeit.			Angelegtes Holz.		Temperatur des Waſſers im Keſſel.
Stunden.	Minuten.		Zahl der Scheite.	Gewicht.	Nach Fahrenheits Therm.
11	31	V. M.	10	50 Pf.	50°
—	46		15	25	54
12	0		5	25	64
—	10	N. M.	5	25	67
—	36		—	—	85
—	40		4	25	—
—	53		5	25	96
1	12		7	25	105
—	21		10	50	110
—	46		10	50	129
—	58		40	50	—
2	17		46	50	156
—	29		—	—	164
—	34		10	50	—
—	41		—	—	173
—	49		—	—	180
—	58		40	50	185
3	15		12	50	197
—	26		20	25	205
3	35		—	—	kochte das Waſſer
Zeit, 4 Stunden 4 Minuten.			Verbrauchtes Holz, 575 Pfund.		

Das kochende Waſſer wurde abgelaſſen und ſogleich kaltes Waſſer hineingefüllt.

Verſuch 30.

Zeit.		Quantität des angelegten Holzes.		Temperatur des Waſſers im Keſſel.
Stunden.	Minuten.	Anzahl der Scheite.	Gewicht.	Nach Fahrenheits Therm.
4	41 N. M.	40	50 Pf.	60°
—	50	40	50	72
5	4	10	50	86
—	16	10	50	99½
—	29	10	50	114
—	42	10	50	126
—	56	40	50	142
6	10	40	50	157
—	24	40	50	—
—	28	—	—	172
—	40	40	50	—
—	42½	—	—	185½
—	53	40	50	—
—	55	—	—	198
7	2	—	—	205
7	7	—	—	kochte das Waſſer
Zeit, 2 Stunden 26 Minuten.		Verbrauchtes Holz, 550 Pfund.		

Das kochende Waſſer wurde wieder abgelaſſen und der Keſſel ſogleich mit kaltem gefüllt, und zwar bei dieſem dritten Verſuche mit 11368 baierſchen Pfunden, das iſt, 14078 Pfund Averdupois oder 1685 Wein-Gallonen, Waſſer.

Verſuch 31.

Zeit.			Quantität des angelegten Holzes.		Temperatur des Waſſers im Keſſel.
Stunden.	Minuten.		Anzahl der Scheite.	Gewicht.	Nach Fahrenheits Therm.
8	51	N. M.	80	100 Pf.	65½°
9	7		40	50	79
—	21		40	50	90
—	44		40	50	107
—	57		40	50	118
10	14		40	50	130
—	28		40	50	140
—	45		40	50	155
11	—		40	50	165
—	15		40	50	175
—	30		40	50	182
—	45		40	50	200
11	58		—	—	kochte das Waſſer
Zeit, 3 Stunden 7 Minuten.			Verbrauchtes Holz, 650 Pfund.		

Resultate dieser drei Versuche.

	Versuch 29.	Versuch 30.	Versuch 31.
Quant. des Wassers im Kessel,	8120 Pf.	8120 Pf.	11368 Pf. (baiersche)
Temper. desselben beim Einfüllen —	50°	60°	65½°
Zeit, bis das Wasser zu kochen anfing —	4 St. 4 Min.	2 St. 26 Min.	3 St. 7 Min.
Bis dahin verbrauchtes Fichtenholz	575 Pf.	550 Pf.	650 Pf. (baiersche)
Genauester Resultate.			
Quantität des *eiskalten* Wassers, die ein Pfund dieses Holzes zum Kochen gebracht hatte,	12,54 Pf.	12,28 Pf.	14,59 Pf.
Die dazu in München erforderliche Zeit	4 St. 31 Min.	2 St. 59 Min.	5 St. 35 Min.

Wie viel ich durch die vorgenommenen Veränderungen an Zeit und Holz erspart hatte, kann man aus folgender Vergleichung der Haupt-Resultate der beiden Reihen von Versuchen ersehen.

	Eiskaltes Waſſer, das von 1 Pfund Holz zum Kochen gebracht wurde.	Dazu erforderliche Zeit, aus dem Reſultate des Verſuche berechnet.
Erſte Reihe.		
In Verſuch 27	12,06 Pf.	4 St. 20 Min.
In Verſuch 28	12,70	4 20
Summe	24,76 Pf.	8 St. 40 Min.
Mittlere Zahl	12,38 Pf.	4 St. 20 Min.
Zweite Reihe.		
In Verſuch 29	12,54	4 31
In Verſuch 30	12,28	2 59
Summe	24,82 Pf.	7 St. 30 Min.
Mittlere Zahl	12,41 Pf.	3 St. 45 Min.

Dem Anſcheine nach weichen die Haupt-Reſultate dieſer zwei Reihen von Verſuchen ſehr wenig von einander ab; aber eben aus dieſem Umſtande will ich beweiſen, daſs der neue Keſſel mehr zur Holzerſparniſs eingerichtet iſt, als der alte.

Vergleicht man nämlich die Reſultate der Verſuche, welche in demſelben Keſſel mit verſchiedenen Quantitäten Waſſer angeſtellt ſind, ſo zeigt ſich, daſs der Holzbedarf in dem Verhältniſſe geringer iſt, als die Quantität des Waſſers gröſser wird. In Verſuch 23, wo 127 Pfund Waſſer genommen wären, konnte 1 Pfund Holz nicht mehr als 12,74 Pfund eiskaltes Waſſer kochend machen; in Verſuch 26 aber, wo in demſelben Keſſel viermahl mehr Waſſer, (508 Pfund,) enthalten waren, brachte 1 Pfund

Holz im Durchſchnitte 19,01 Pfund eiskalten Waſſers zum Kochen. Da nun die Waſſermenge in der erſten Verſuchreihe viel gröſser war, (12508 Pfund,) als in der zweiten Reihe, (8120 Pfund:) ſo iſt es klar, daſs, wenn die Oekonomie des Feuers in beiden Fällen gleich vollkommen geweſen wäre, die Erſparniſs der Feuerung da am gröſsten hätte ſeyn müſſen, wo die gröſste Quantität Waſſer genommen wurde, das iſt, in der erſten Reihe von Verſuchen, und da das nicht eintraf, ſo iſt es gewiſs, daſs der zweite Keſſel beſſer als der erſte zur Holzerſparniſs eingerichtet war.

Dieſe Vorzüglichkeit des neuen Keſſels wird durch das Reſultat des 31ſten Verſuchs, wo bei Vermehrung des Waſſers von 8120 zu 11368 Pfunden die Erſparniſs des Holzes ſo groſs iſt, auſser allen Zweifel geſetzt. Denn es war

	die Quantität des eiskalten Waſſers, die 1 Pfund Holz zum Kochen bringen konnte,	Die dazu erforderliche Zeit
in Verſuch 31 —	14,59 Pf.	3 St. 37 Min.
im Mittel aus Verſuch 27 und 28 —	12,38 Pf.	4 St. 20 Min.

Der Unterſchied des Holzbedarfs bei dieſen Verſuchen in beiden Keſſeln beträgt über 14 pro Cent, und würde noch gröſser geweſen ſeyn, wenn man ſich bei dem neuen Keſſel, um das Waſſer ins Ko-

chen zu bringen, mehr Zeit genommen hätte; denn alsdann kann man, ist die Feuerstätte sonst nur gut, denselben Prozefs stets mit wenigerm Holze ausrichten.

Durch diese Versuche wird endlich mein tief eingewurzelter Irrthum widerlegt, dafs die mögliche Holzersparnifs im Verhältnisse desto gröfser werden müsse, *je gröfser die Quantität der zu erwärmenden Flüssigkeit sey.* Nur bei gewissen Quantitäten ist dies wahr, nicht bei allen: und dieser Vortheil hört auf, wenn die Quantität der zu kochenden Flüfsigkeit ein gewisses Maafs übersteigt; denn dann wird wieder ein verhältnifsmäfsig gröfserer Holzaufwand, als bei kleinern Quantitäten der Flüfsigkeit nöthig.

Welche Gröfse ein Kochgefäfs haben mufs, um das Maximum der Holzersparnifs zu geben, läfst sich zwar nicht genau bestimmen; doch glaube ich, dafs es nicht gröfser seyn mufs, als die Küchengefäfse, deren ich mich bei meinen Versuchen, (*Ann.*, IV, 96,) bedient habe. Als Gründe für diese Vermuthung dienen mir die genauesten Resultate meiner vorigen Versuche. Denn da die Feuerung, welche in diesen Versuchen aufgewandt wurde, sich umgekehrt wie die Quantitäten des eiskalten Wassers verhält, welches bei dem mittlern Luftdrucke auf die Meeresfläche durch 1 Pfund Holz hätte können zum Kochen gebracht werden; so verhalten

ſich dieſe Quantitäten des eiskalten Waſſers ſehr genau wie die Holzerſparniſs in den verſchiedenen Verſuchen. Die Holzerſparniſs beim Kochen der Flüſſigkeiten kann daher, *ſofern ſie ſich nach der Quantität der Flüſſigkeit richtet*, auf folgende Art durch ſie kurz ausgedrückt werden.

	Quantität des zum Kochen gebrachten Waſſers.	Grade der Feuerungserſparniſs.
in Verſuch 3 —	7,93 baierſche Pf.	6,68 Pf.
12 —	43,63	11,93
16. —	187	20,10
26 —	508	19,01
31 —	11368	14,59

Alles dieſes läſst ſich aus der Eigenſchaft der Flamme, der zu Folge ich ſie zu den Nichtleitern der Wärme zähle, erklären. Denn wenn die verſchiedenen Theilchen der Flamme nur allein den Körpern ihre Wärme mittheilen, mit denen ſie in wirkliche Berührung kommen; ſo richtet ſich die Quantität der durch ſie mitgetheilten Wärme *nicht nach ihrem Volumen*, (folglich auch nicht nach der Quantität des verbrauchten Holzes,) ſondern vielmehr *nach ihrer Oberfläche*. Da nun die Oberfläche der Flamme, bei übrigens gleichartigen Feuerſtätten, in der kleinern verhältnifsmäſsig gröſser iſt, als in der gröſsern Feuerſtätte, (denn die Oberflächen ähnlicher Körper verhalten ſich wie die *Qua-*

trate, der Inhalt wie die *Kubi* übereinſtimmender Seiten;) ſo iſt es offenbar, daſs dem Kochgefäſse verhältniſsmäſsig weniger Wärme, von der durch Verbrennung des Brenn-Materials erzeugten, mitgetheilt werden kann, wenn die Feuerſtätte und das Kochgefäſs groſs ſind, als wenn der Prozeſs mehr ins Kleine betrieben wird.

Indeſs ſind noch einige andere Umſtände in Betracht zu ziehen, wenn man die Wirkung beſtimmen will, welche die Gröſse der Feuerſtätte und der Gefäſse auf das Kochen hat. Beſonders gehört hierher das Verſchlucken der Wärme durch das Mauerwerk der Feuerſtätte, welches bei weiten Feuerſtätten geringer als bei engern iſt; doch läſst ſich ſchwerlich der Punkt beſtimmen, wenn dieſer Gewinn bei Erweiterung der Feuerſtätte den vorhin bemerkten Nachtheil gröſserer Feuerſtätten vergütet. Indeſs kann man immer die Güte der Feuerſtätte mit einem beträchtlichen Grade von Genauigkeit erfahren, wenn man durch ein Thermometer, das man in den Rauchfang hängt, die Wärme bemerkt, die mit dem Rauche davon geht, und ſo unwiederbringlich verloren iſt. Da es bekannt iſt, daſs der aus den verſchloſſenen Feuerſtätten ſehr groſser Kochgefäſse auffteigende Rauch viel heiſser, als der Rauch aus kleinern Feuerſtätten iſt; ſo wundere ich mich, daſs ich nicht eher auf die Vermuthung gerieth, daſs in jenen der Wärmeverluſt gröſser als in dieſen ſeyn müſſe.

Nach den Veränderungen, die ich mit der Form und der Dicke des Metallbleches bei dem neuen Brau-kessel getroffen hatte, fand sich zwar auch, bei mehr-mahligem Brauen, die Holzersparniss gegen die vo-rige Einrichtung des Brauhauses bestätigt; doch war sie von keiner verhältnissmässigen Zeiterspar ung be-gleitet. Darauf hatte ich bei dem neuen, so dünnen und flachen, Kessel allerdings gehofft, doch ohne die Zeit mit in Ueberlegung zu ziehn, welche das Brenn-Material, das eine so grosse Quantität Wasser zum Kochen bringen soll, braucht, um zu verbrennen. Da die Quantität der in irgend einer gegebenen Zeit erzeugten Wärme der Quantität des verbrannten Brenn-Materials gleich ist, so muss sie sehr von der Grösse der Feuerstätte abhängen. Soll man da-her eine grosse Quantität irgend einer Flüssigkeit *in einer sehr kurzen Zeit* zum Kochen bringen; so muss entweder die Feuerstätte sehr gross seyn, oder man muss zwei oder drei abgesonderte Feuerstätte unter dem Kochgefässe anbringen, was wohl noch besser seyn möchte. Das Kochgefäss selbst muss von grossem Umfange und seicht seyn, damit eine grosse Anzahl abgesonderter Feuergänge *unter sei-nem Boden* umherlaufen kann.

Das Verbrennen des Feuer-Materials lässt sich indess auch in derselben Feuerstätte beträchtlich be-schleunigen, wenn man nur den Zug des Feuers vermehrt, und zu dem Ende entweder den Rauch-fang höher anbringt, oder die in ihn hineingehende

Röhre erweitert, oder die Feuergänge verkürzt. Da der Braumeiſter, dem es nur darum zu thun war, ſein Tagewerk ſo geſchwind als möglich abzuthun, wünſchte, das Waſſer möchte im Keſſel ſchneller zum Kochen kommen; ſo erwählte ich das letztere Mittel, den Zug zu verſtärken, und lies die Kanäle, die auſserhalb um den Keſſel herumgehn, verſchlieſsen. Nach meiner Ueberzeugung vermehrten dieſe Seitengänge überdies nicht die Hitze der Flüſſigkeit im Keſſel, ſondern wirkten nur dadurch, daſs ſie das Entweichen derſelben auf den Seiten verhinderten, welchem auf eine andere leichtere Art eben ſo gut vorzubeugen war. Dieſe Meinung durch Verſuche zu prüfen, und den wahren Betrag der Wärme, welche die Seitenkanäle dem Keſſel mittheilten, zu beſtimmen, war daher mit eine Hauptabſicht bei den folgenden Verſuchen, aus deren Reſultat man ſehen wird, wie weit meine Vermuthungen gegründet waren.

Verſuch 32.

Der Feuergang, der rund um die äuſsere Seite des neuen Braukeſſels ging, wurde alſo verſchloſſen, und ſtatt deſſen wurden zwei Kanäle, (*a*, *b*, Fig. 3,) an den Enden der beiden äuſserſten Gänge, die noch unter den Boden des Keſſels treffen, angebracht und mit Klappen verſehn, um ſogleich den Rauch unterhalb des Keſſels weg in den Rauchfang zu leiten. Der vorige Verſuch, (31,) wurde nun mit der gröſsten Sorgfalt wiederhohlt, genau die-

ſelbe Quantität Waſſer, und in derſelben Temperatur eingefüllt, das Holz von demſelben Stoſse genommen und in denſelben Quantitäten und Zwiſchenräumen der Zeit in die Feuerſtätte gelegt, ſo daſs alle Umſtände dieſelben waren. Die Länge des Umgangs, den die Flamme und der Rauch, ehe er in den Rauchfang kam, machen muſsten, war nun um mehr als die Hälfte, (von 70 bis auf ungefähr 30 Fuſs,) verkürzt. Wie ſehr dadurch die Stärke des Zuges vermehrt war, zeigte ſich nicht nur aus dem auffallend ſchleunigern Verbrennen des Holzes, ſondern auch daraus, daſs vorhin, wenn man zu viel Holz auf einmahl in die Feuerſtätte legte, es nicht hell brannte, und Rauch und Flamme, ſelbſt wenn die Klappe in dem Rauchfange weit offen ſtand, oft zur Thür der Feuerſtätte hinausſchlugen, nun aber, nachdem der Seitengang verſchloſſen war, eine Ueberladung der Feuerſtätte mit Holz kaum möglich zu ſeyn ſchien, und dieſes immer mit der gröſsten Heftigkeit brannte. Damit indeſs der verſchloſſene Feuergang noch zu etwas nutzen möchte, hatte ich in der Scheidewand, die ihn von den Gängen unter dem Boden des Keſſels trennte, Oeffnungen *c*, *c*, *c*, *c*, *c*, *c*, Fig. 3, von ungefähr 6 Zoll ins Gevierte anbringen laſſen, durch welche die Flamme hineintreten und ſich rings um die Seite des Keſſels verbreiten konnte; eine Vorkehrung, die ich bei allen Keſſeln anrathen möchte, da ſie das Entweichen der Wärme an den Seiten des Keſ-

fels verhindert, überdies etwas zu deſſen Feuerung beiträgt und den Umlauf der Flamme nicht merklich aufhält.

Folgendes iſt eine vergleichende Ueberſicht beider Verſuche, deren Reſultate in verſchiedener Rückſicht ſehr intereſſant ſind.

Die Zeit iſt vom Anfange des Verſuchs gerechnet, und war in beiden Verſuchen dieſelbe; das eingefüllte Waſſer wog 11368 baierſche Pfund.

Zeit.		Angelegtes Holz.		Wärme des Waſſers im Keſſel.	
		Anzahl der Scheite.	Gewicht.	Verſuch 31, (bei offenem Seitengange.)	Verſuch 32, (bei verſchloſſenem Seitengange.)
St.	Min.				
—	—	80	100 Pf.	65½° Fahr.	65½° Fahr.
0	16	40	50	79	82
0	30	40	50	90	94
0	53	40	50	107	110
1	6	40	50	118	122
1	23	40	50	130	135
1	37	40	50	140	147
1	54	40	50	155	160
2	9	40	50	165	171
2	24	40	50	175	182
2	39	40	50	182	191
2	54	40	50	200	—
2	59	—	—	—	kochend
3	7	—	—	kochend	——

Aus der Vergleichung dieſer Reſultate ſieht man, daſs ich durch die Verſchlieſsung des Seitenganges nichts

nichts in Rückſicht der Holzerſparniſs verloren hatte. Um auszumachen, wie viel ſich dadurch an Zeit gewinnen laſſe, wurde der folgende Verſuch angeſtellt, wobei, um das Verbrennen ſo viel als möglich zu beſchleunigen, die Feuerſtätte immer voll Holz gehalten, und das Regiſter der Aſchenthüre nebſt der Klappe im Rauchfange beſtändig ganz offen gelaſſen wurde.

Verſuch 33,
angeſtellt am 29ſten November 1796.

Der Keſſel wurde wiederum mit 11368 baierſchen Pfunden Waſſer in der Temperatur von 47° gefüllt, und mit mäſsig getrockneten, 3 Fuſs langen Scheiten von Fichtenholz, jedes ungefähr 1 Pfund ſchwer, geheizt. Das Barometer ſtand auf 26 Zoll 8,7 Linien Pariſer Maaſs, und Fahrenheits Thermometer auf 33°.

Zeit.	Angelegtes Holz.	Temperatur des Waſſers.
2 Uhr 0 Min. Ab.	100 Pf.	47°
14	100	58
34	100	88
51	100	100
3 9	100	123
25	100	144
39	100	151
4 0	100	—
10	—	200
17	—	kochend
verwendete Zeit, 2 Stunden 17 Min.	800 Pfund.	

In dem 32ſten Verſuche wurde dieſelbe Quantität Waſſer, aber bei der Temperatur von $65\frac{1}{2}°$, innerhalb 2 Stunden 59 Minuten, mit 625 Pfund deſſelben Holzes zum Kochen gebracht: hätte das Waſſer die Temperatur von 47° gehabt, wie in dieſem letztern Verſuche, (33,) ſo wären 705 Pfund, ſtatt 625 Pfund Holz, und ſtatt 2 Stunden 59 Minuten, 3 Stunden 22 Minuten Zeit nöthig geweſen. Um im jetzigen Verſuche ein Drittel an Zeit zu erſparen, muſste alſo ungefähr ein Achtel mehr Holz verbrannt werden. In einigen Fällen iſt es vortheilhaft, Zeit, in andern, Holz zu erſparen; und es iſt daher gut, wenn man den Prozeſs nach Erforderniſs der Umſtände einrichten kann.

Vergleicht man die Menge der in Verſuch 32 und 33 wirklich erzeugten Wärme, die der Quantität des verbrannten Holzes entſpricht, mit der dem Waſſer dadurch mitgetheilten Wärmemenge, ſo zeigt ſich dadurch recht ſichtlich, wie viel Wärme noch in der Flamme und dem Rauche zurückbleibt, nachdem ſie die langen Gänge unter dem dünnen Boden des mit kaltem Waſſer gefüllten Keſſels durchſtrichen haben, und wie ſchwer daher dieſe heiſsen Dämpfe die Wärme fahren laſſen; ein Umſtand, den man bei der Holzerſparniſs nicht vergeſſen darf.

Ich habe mich bei dieſen mit Sorgfalt angeſtellten Verſuchen mit Braukeſſeln ſo lange verweilt, weil man noch keine ähnlichen Verſuche über das Kochen ſo groſser Waſſermaſſen hat. Um auch für

Gegenden, wo *Steinkohlen* und *Torf* das gewöhnliche Brenn-Material sind, meine Angaben brauchbar zu machen, beabsichtigte ich eine Reihe von Versuchen über die verhältnissmässige Wärmemenge, welche man aus allen Arten von Brenn-Materialien erhalten kann. Schon war manches dazu in Stand gesetzt, doch habe ich bis jetzt nicht die gehörige Musse erhalten können. Das genügendste, was ich hierüber weiss, ist: dass, den Versuchen Lavoisier's zufolge; gleiche Wassermassen bei gleicher Oberfläche verdampft werden, von 403 Pfund *Coaks*, 600 Pfund *Steinkohlen*, 600 Pfund *Holzkohlen* und 1089 Pfund Eichenholz, und dass also diese Quantitäten von Brenn-Material, (oder 17 Maass Coaks, 10 M. Steinkohlen, 40 M. Holzkohlen und 33 M. Eichenholz,) gleich viel Wärme erzeugen. Nehmen wir daher an, dass 1 Pfund Fichtenholz und Eichenholz gleich viel Wärme im Verbrennen geben; so kann man aus dieser Berechnung leicht die Quantitäten der Kohlen bestimmen, die ich zu meinen Versuchen würde gebraucht haben.

Beim 31sten Versuche waren 11368 Pfund Wasser von $65\frac{1}{2}°$ Wärme mit 650 Pfund Fichtenholz zum Kochen, oder, (da das Quecksilber im Barometer damahls auf 28 englische Zoll stand,) bis auf $209\frac{1}{2}°$ Wärme gebracht, und also die Temperatur desselben um 144 Grad erhöhet worden. In London oder einem andern Orte im Niveau der Meeresfläche hätte das Wasser, um zu kochen, bis

zu 212° erwärmt, alſo die Temperatur deſſelben um 146½° erhöhet werden müſſen, wozu, ſtatt 650 Pfund, 661½ Pfund Holz oder 363½ Pfund Steinkohlen nöthig geweſen wären. Nach den Reſultaten des 20ſten Verſuchs zu rechnen, (wo unter dem mittlern Luftdrucke an der Meeresfläche 20 1/10 Pfund eiskaltes Waſſer mit 1 Pfund Fichtenholz wäre zum Kochen gebracht worden,) müſste 1 Pfund Steinkohlen 36 1/10 Pfund eiskaltes Waſſer zum Kochen zu bringen vermögen; und da, nach den ſorgfältigen Verſuchen des Herrn Watt, beinahe 5¼mahl ſo viel Wärme, als das Kochen erfordert, nöthig iſt, um die kochende Waſſermaſſe gänzlich zu verdampfen, ſo würde 1 Pfund Steinkohlen hinreichen, um beinahe 7 Pfund kochendes Waſſer in Dampf zu verwandeln.

Wie weit dieſe Berechnungen mit den Erfahrungen bei *Dampfmaſchinen* übereinſtimmen, weiſs ich nicht. Doch habe ich guten Grund, zu glauben, daſs der Aufwand des Brenn-Materials bei dieſen Maſchinen ſich ſehr vermindern lieſse, wenn der Keſſel und deſſen Feuerſtätte nach den beſten Grundſätzen der Feuer-Oekonomie eingerichtet und das Feuer gehörig geſpart würde.

Aus der Vergleichung meiner bisherigen Verſuche laſſen ſich die Fortſchritte erſehen, die ich in der Erſparung der Wärme bei den verſchiedenen Veränderungen der Feuerſtätte gemacht habe.

In Verſuch 4 lieſsen ſich mit 1 Pfund Holz nur 1,11 Pfund, in Verſuch 20 hingegen $20\frac{1}{10}$ Pfund eiskaltes Waſſer zum Kochen bringen. Mithin *gingen* im erſten Verſuche $\frac{17}{18}$ der nachmahls erſparten *Wärme verloren*. Gewiſs war alſo meine frühere Behauptung: daſs $\frac{7}{8}$ der erzeugten Wärme bei den meiſten Feuerungen verloren gehe, (*Ann.*, III, 352,) nicht übertrieben.

Dr. Crawford fand durch einen Verſuch, der mit vielem Scharfſinne ausgedacht war, und, wie es ſcheint, mit der gröſsten Sorgfalt ausgeführt wurde, daſs die aus 30 Gran Holzkohlen erzeugte Wärme die Temperatur von 31 Pfund 7 Unzen Troy-Gewicht = 181920 Gran Waſſer, um $1\frac{71}{100}$ Grad des Fahrenheitſchen Thermometers erhöhete, wenn nichts von der erzeugten Wärme entweichen konnte. Folglich würden 3158 Gran Holzkohle dieſe Waſſermenge um 180° erwärmen, und mithin die von 1 Pfund Holzkohle erzeugte Wärme 57,608 Pfund eiskaltes Waſſer zum Kochen bringen können. Da nun, nach Lavoiſier's Verſuchen, 1 Pfund Holzkohlen und 1,815 Pfund trockenes Eichenholz gleiche Wärme erzeugen; ſo würde, wenn nichts von der erzeugten Hitze verloren ginge, 1 Pfund Eichenholz 31,74 Pfund eiskaltes Waſſer um 180° erwärmen oder zum Kochen bringen. Da es nun ſehr wahrſcheinlich iſt, daſs Eichen- und Fichtenholz gleich viel Wärme geben, ſo läſst ſich hieraus *der wahre*

Verluſt der Wärme, ſowohl im 4ten als 20ſten Verſuche, *beſtimmen*.

In Verſuch 20 war ungefähr ein Drittel der erzeugten Wärme verloren gegangen, indem von der ganzen erzeugten Wärme nur $\frac{20,1}{31,74}$ zum Kochen des Waſſers verbraucht worden war. Doch glaube ich ſchwerlich, daſs man die Feuerungserſparniſs wird weiter treiben können. In Verſuch 4 war dagegen nur $\frac{1}{23}$ſtel der erzeugten Wärme genutzt worden. Zugleich erhellet hieraus, daſs in allen mit den Braukeſſeln ins Groſse getriebenen Verſuchen mehr als die Hälfte der erzeugten Wärme mit dem Rauche davon ging und alſo verloren war.

VI.

BESCHREIBUNG

der grofsen Electrisir-Maschine des Herzogs HEINRICH VON WÜRTEMBERG *zu Walisfort,*

VON

J. K. P. GRIMM,

Professor in Breslau.

Diese Electrisir-Maschine ist vom Herrn Mechanicus Klingert in Breslau verfertigt worden, und gehört dem Herzoge Heinrich von Würtemberg, dessen ganzes physikalisches Kabinet sich jetzt zu *Walisfort* bei *Glatz* befindet. Da bei der Verfertigung derselben die Teylersche Electrisir-Maschine, und zwar nach ihrer ersten Einrichtung, zum Muster gewählt ist; so habe ich nur nöthig, die Gröfse und Beschaffenheit der wesentlichen Stücke dieser Maschine anzugeben, und in der Kürze diejenigen Versuche anzuführen, welche die Wirksamkeit derselben beweisen.

Die gläserne Scheibe, deren Durchmesser fünf rheinländische Fuss beträgt, muss sich sowohl oben als auch unten bei dem Herumdrehen durch zwei Reibeküssen bewegen, von welchen ein jedes $3\frac{1}{4}$ Zoll breit, und 1 Fuss 2 Zoll lang ist. In der Mitte der Glasscheibe ist auf eine jede Fläche derselben eine hölzerne Scheibe, von 1 Fuss $6\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser, angekittet. Durch den Mittelpunkt der beiden

hölzernen und der gläsernen Scheibe geht die eiserne Achse, welche sich auf der einen Seite in eine Glaskugel, und auf der andern in eine messingene endigt. Diese letztere vertritt zu gleicher Zeit die Einfassung einer massiven gläsernen Säule, welche eine Fortsetzung der Achse ausmacht, $2\frac{1}{2}$ Fuss lang ist, und mit derjenigen Vorrichtung in Verbindung sich befindet, wo die Dreher stehen, um die Scheibe in Bewegung zu setzen. Die eiserne Achse ruhet auf 2 gläsernen Säulen, jede 3 Zoll im Diameter, und 3 Fuss 4 Zoll lang.

Von jedem Reibungsorte 90 Grade entfernt, sind zwei cylindrische Saugstücke angebracht, welche 1 Fuss $5\frac{1}{4}$ Zoll Länge und $\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser haben, und nach der Glasscheibe zu mit einer silbernen Tresse besetzt sind, deren Spitzen die electrische Materie einsaugen und dem Conductor zuführen, in welchen die cylindrischen Saugstücke eingelöthet sind.

Der messingene Conductor, dem van Marumschen ganz ähnlich, besteht aus 4 Röhren und 3 Kugeln. Die beiden Röhren, mit welchen die cylindrischen Saugstücke unter rechten Winkeln verbunden sind, haben eine Länge von 2 Fuss 6 Zoll, und einen Durchmesser von $5\frac{1}{2}$ Zoll, und sind am andern Ende in messingene Kugeln von 7 Zoll Durchmesser, eingelöthet. Die beiden andern Röhren des Conductors, die gleichfalls an diese Kugeln, doch gegen einander geneigt, angelöthet sind, haben 3 Fuss Länge und $5\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser, und endigen sich

In eine meſſingene Kugel, deren Durchmeſſer 2 Fuſs beträgt und aus der, in abwärts gekehrter Richtung von der Scheibe, eine meſſingene, $5\frac{1}{2}$ Zoll lang und $2\frac{1}{2}$ Zoll dicke Röhre hinaus geht, die ſich in eine kleine Meſſingkugel von $4\frac{3}{4}$ Zoll Durchmeſſer endigt. *) Dieſer beſchriebene Conductor ruhet auf 3 gläſernen Iſolir-Säulen. Anfangs beſtanden dieſelben aus Säulen, welche 3 Fuſs $3\frac{1}{2}$ Zoll lang und 3 Zoll dick waren. Da ſie aber nicht gehörig iſolirten, ſondern einen groſsen Theil electriſcher Materie ableiteten; ſo wurden auf dieſe Säulen noch andere, 1 Fuſs $3\frac{1}{2}$ Zoll lang, aufgeſetzt. Das obere Ende derſelben endiget ſich in eine kugelförmige meſſingene Faſſung, deren Durchmeſſer $5\frac{1}{4}$ Zoll beträgt. Zwiſchen der kurzen und der langen Iſolir-Säule befindet ſich eine hölzerne Kugel, die von einer gläſernen Kugel umgeben iſt. Der Durchmeſſer dieſer ganzen Kugel beträgt $6\frac{1}{4}$ Zoll. Dieſe gläſernen Iſolir-Säulen ſtehen von dem hölzernen Ge-

*) Noch ſollte an dieſe Kugel ein anderer meſſingener Conductor angeſetzt werden, der einen rheinländiſchen Fuſs weit und, (die Halbkugeln, in welche er ſich endiget, mitgerechnet,) 10 Fuſs 2 Zoll lang war, und auf 2 gläſernen Säulen ruhte. Nachdem man aber die ganze Maſchine aufgeſtellt hatte, machte man von dieſem Conductor keinen Gebrauch, weil man fand, daſs die Maſchine wirkſamer war, wenn ſie mit dieſem Conductor aufser Verbindung war geſetzt worden. *Grimm.*

ſtelle der Scheibe abgeſondert, und dieſes Geſtell ruht auf vier gläſernen Füſsen.

Da dieſe Electriſir-Maſchine, nachdem ſie vollendet war, nur noch kurze Zeit in Breslau blieb; ſo konnte man ſich in keine neuen Unterſuchungen einlaſſen, ſondern man muſste ſich begnügen, ſolche Experimente anzuſtellen, durch welche man die Wirkſamkeit der Maſchine kennen lernte. In dieſer Abſicht wurde eine Batterie von 25 Flaſchen, deren belegte Fläche 75 Quadrat-Fuſs betrug, herbeigeſchafft. *) Mehrere Tage experimentirte Hr. Klingert in Gegenwart einiger Sachverſtändigen und vieler Zuſchauer. Die vorzüglichſten Verſuche, welche die Wirkſamkeit der Maſchine beweiſen, waren folgende:

1. Der einfache Funke hatte die Dicke eines mittelmäſsigen Federkiels und eine Länge von 18 bis 20 Zoll.

2. Zwei Umdrehungen der Scheibe waren hinreichend, um eine Verſtärkungsflaſche gänzlich zu laden, deren belegte Fläche 3 Quadrat-Fuſs betrug.

3. Ein Eiſendraht, (von Nr. 9,) 4 Fuſs lang, wurde vermittelſt der Batterie in kleine glühende Kugeln geſchmolzen.

*) Dieſe Batterie hätte unſtreitig noch gröſser ſeyn können. Der Herzog Heinrich von Würtemberg hat auch für eine gröſsere Anzahl von Flaſchen geſorgt, von welchen zu *Walisfort*, dem eigentlichen Beſtimmungsorte dieſer Maſchine, Gebrauch gemacht werden ſoll. *Grimm.*

4. Silber, welches über Seide gesponnen ist, Eisendraht Nr. 9, beide 8 Zoll lang, Kupferdraht, Nr. 18, von 3 Zoll Länge, desgleichen auch dünne Streifchen von geschlagenem Zinn und Blei, wurden durch die Entladung der Batterie verkalkt. Dieser metallische Kalk setzte sich auf das darunter liegende weisse Papier an, und bildete dieselben Figuren, welche man auf den Kupferplatten, die zur Beschreibung der Teylerschen Maschine gehören, abgebildet findet.

5. Ein Cylinder von Birnbaum-Holz, dessen Länge $2\frac{1}{2}$ Zoll und dessen Durchmesser 2 Zoll betrug, wurde durch den Funken der Batterie zersprengt. Dies erfolgte jedoch nur, wenn der Funke nach der Länge der Fibern durchgeleitet wurde. Befanden sich aber diese Fibern in der Quere zwischen den Kugeln des Henlyschen Ausladers, so erfolgte keine Zersprengung des Cylinders, den einzigen Fall ausgenommen, wenn die Dicke des Cylinders nur $\frac{1}{2}$ Zoll betrug.

VII.

Ueber

einige ſcheinbare Anomalien im ſpecifiſchen Gewichte der Verbindung verſchiedener Stoffe mit dem Waſſer,

von

J. H. Hassenfratz. *)

(Im Auszuge.)

Der Bürger Haſſenfratz beſtimmte in den folgenden Verſuchen, wie er ausdrücklich erklärt, das ſpecifiſche Gewicht der Körper, nach der in den *Annalen der Phyſik*, I, 425, **) beſchriebenen Methode, im Hombergſchen Areometer. Der *gebrannte Kalk*, deſſen er ſich bediente, variirte im ſpecifiſchen Gewichte zwiſchen 1,2647 und 1,5949, und der luftſaure, woraus er gebrannt war, zwiſchen 1,6542 und 2,3902, ſo daſs die Dichtigkeit des Kalkes beim Brennen abnimmt. Von einerlei Stück wurden ungleiche Mengen genommen, und es wurde ihnen Waſſer nach verſchiedenen Verhältniſſen zugeſetzt, wobei ſich viel Wärme entwickelte und ein Theil des Waſſers verflüchtigt wurde. Nachdem die chemiſche Vereinigung völlig zu Stande gebracht, die Erhitzung vorbei, das Ganze zur mittlern Temperatur zurückgekommen und vollkommen trocken war, wurde es gewogen,

*) *Annales de Chimie*, T. XXXI, p. 284 — 298.

**) *Annales de Chimie*, T. XXVIII, p. 9.

um aus der Vermehrung des Gewichts den Antheil Waſſer zu finden, der ſich mit dem Kalke chemiſch vereinigt hatte. Zuletzt wurde das ſpecifiſche Gewicht aller dieſer chemiſchen Verbindungen beſtimmt. Die, welche nur wenig Waſſer enthielten, waren im Zuſtande eines Steins geblieben; die, mit welchen ſich mehr Waſſer vereinigt hatte, in Staub zerfallen; und überhaupt hing der feſte oder erdige Zuſtand des Kalks von der Waſſermenge ab, die er gebunden enthielt.

Waſſer zu 10000 Theilen ätzenden gebrannten *Kalks* hinzugeſetzt.		Specifiſches Gewicht. Nach der Beobachtung.	Mittleres, berechnetes.	Unterſchiede.
Verſuch	Theile			
1	0	1,5949	1,5949	0
	183	1,6137	1,5841	— 296
	1620	1,4877	1,5123	+ 246
	3355	0,7852	1,4449	+ 6597
2	0	1,4558	1,4558	0
	629	1,4819	1,4292	— 527
	1562	1,4737	1,3941	— 796
	2500	1,4000	1,3646	— 354
	5000	0,8983	1,3038	+ 4055
3	0	1,3715	1,3715	0
	312	1,4506	1,3602	— 904
	937	1,4781	1,3397	— 1384
	1875	0,9727	1,3128	+ 3401

Man ſieht aus dieſen Verſuchen, daſs bei den erſten Verbindungen des gebrannten Kalks mit wenig Waſſer die Dichtigkeit zunimmt, mithin gewiſs eine innige Vereinigung vor ſich geht, aus der ſich die groſse Menge von Wärmeſtoff, die ſich dabei ent-

wickelt, erklären zu laſſen ſcheint. Allein bei mehrerm Waſſer, welches zugeſetzt wird, dauert zwar die Erhitzung, und mithin die chemiſche Vereinigung fort, die Dichtigkeit nimmt aber ab. Fernere Verſuche belehrten mich, daſs, ſo lange der Kalk vom zugeſetzten Waſſer nicht berſtet, reiſst und ſich pulveriſirt, die Dichtigkeit im Verhältniſſe der zugeſetzten Waſſermenge zunimmt; manchmahl aber, nach Verhältniſs wie er zerfällt und ſich pulveriſirt, abnimmt, bis er, in ein feines Pulver verwandelt, ſpecifiſch leichter als Waſſer wird.

Völlig eben ſo behandelte ich *Alaun*, (ſchwefelſaure Kali-Thonerde,) die ich zuvor zu einem feinen Staube calcinirt hatte; auch ſie giebt eine Menge Wärme, wenn ſich das Waſſer mit ihr verbindet, und iſt ſie recht fein calcinirt, völlig ſo viel als der gebrannte Kalk. Der gepulverte *Salpeter*, (ſalpeterſaures Kali,) dagegen, mit dem ich die letzten Verſuche anſtellte, erkältete ſich beim Verbinden mit Waſſer:

Waſſer zu 1000 Theilen *calcinirten Alaune* hinzugeſetzt.	Specifiſches Gewicht beobachtet.	Specifiſches Gewicht berechnet.	Unterſchiede.
0 Theile	0,4229	0,4229	0
323	0,5531	0,6094	+ 563
404	1,1423	0,6558	— 4865
412	1,7165	0,6606	— 10559

Waſſer zu 1000 Theilen trockenen gepulverten *Salpeters* hinzugethan.	Specifiſches Gewicht beobachtet.	Specifiſches Gewicht berechnet.	Unterſchiede.
0	1,7269	1,7269	0
59	1,4654	1,6840	+ 2186
111	1,4402	1,6461	+ 2059
158	1,6415	1,6120	— 295
200	1,8677	1,5800	— 2877
238	1,8956	1,5539	— 3417
273	1,8905	1,5284	— 3621

Wir ſehen hier merkwürdige Abweichungen vom mittlern ſpecifiſchen Gewichte, indem der Kalk, ſtatt, wie der Alaun und Salpeter, im Anfange ein geringeres und nachher ein gröſseres ſpecifiſches Gewicht als das berechnete zu geben, im Gegentheile anfangs ein gröſseres, und erſt zuletzt ein geringeres, als das berechnete, giebt.

Dieſe Abweichungen laſſen ſich aus vier verſchiedenen Urſachen erklären. 1. Aus der Dichtigkeit dieſer Stoffe; 2. aus der Dichtigkeit des damit verbundenen Waſſers; 3. aus der Verwandtſchaft des Stoffs zu dem Waſſer; 4. aus der gröſsern und geringern Theilung der Verbindung. Von dieſen Urſachen ſind die beiden erſtern für eine und dieſelbe Sorte einer dieſer Stoffe beſtändig, die beiden letztern hingegen veränderlich. Die dritte vermehrt die Dichtigkeit der Verbindung; die vierte vermindert ſie, nach den davon gegebenen Bewei-

ſen. *) So lange daher dieſe letztere Urſache einen ſtärkern Einfluſs als jene dritte hat, vermindert ſich die Dichtigkeit; im entgegengeſetzten Falle vergröſsert ſie ſich.

Der *Kalk* war erſt ein einzelnes Stück, der gebrannte *Alaun* und der gepulverte *Salpeter* hingegen waren erſt gepulvert; jener zerfiel endlich bei der Verbindung mit Waſſer zu Pulver, dieſe hingegen verbanden ſich zu ganzen Stücken, es war daher jener Erfolg leicht vorauszubeſtimmen. Der Salpeter unterſcheidet ſich noch dadurch vom Kalke und vom Alaun, daſs das ſpecifiſche Gewicht bei letztern erſt gröſser, als das ſpecifiſche Gewicht der trockenen Subſtanz iſt, das ſpecifiſche Gewicht des Salpeters hingegen erſt kleiner wird, als das urſprüngliche, und nachher gröſser. Dies kommt daher, weil in den beiden erſten Fällen Wärmeſtoff frei, im Salpeter hingegen gebunden wird, folglich die Molekülen dort getrennt, hier einander genähert werden.

*) *Annalen der Phyſik*, I. B., S. 396—411. *A.*

VIII.

ANMERKUNGEN

zu dem vorstehenden Aufsatze des B.

HASSENFRATZ,

von

L. A. VON ARNIM.

Der Bürger Hassenfratz scheint in diesem Aufsatze schon vergessen zu haben, was er in der von ihm hier angeführten Abhandlung *) über den Einfluss der Adhärenz auf die Bestimmung des specifischen Gewichts bewiesen zu haben glaubte: dass die Theilung nur scheinbar bei der gewöhnlichen Art, specifische Gewichte zu bestimmen, dieses vermindere; dass hingegen bei der dort beschriebenen und hier angewendeten Hombergschen Art, die grösseré oder geringere Theilung des Körpers keinen Einfluss habe. Ist diese Behauptung gegründet, so fällt zwar die hier gegebene Erklärung jener Erfahrungen weg, sie werden aber dadurch noch merkwürdiger und verdienten wohl eine genaue prüfende Wiederholung. Die Erwärmung wird bei der Erklärung wohl nicht gebraucht werden können, in so fern die specifischen Gewichte nicht während derselben bestimmt worden sind; es ist immer wahrscheinlicher, dass sie Folge, als dass sie Ursache der Verdichtung, (Wärme-Capacitäts-Minderung,) sey. Leicht mög-

*) *Annalen der Physik*, I. B., S. 411.

lich ist es indessen, dass sich hier, wie Herr Professor Schmidt *) sehr überzeugend für die augenscheinlich falschen specifischen Gewichtsangaben der Talkerde gezeigt hat, die Ursache des Irrthums in der eingeschlossenen Luft findet. Dies erklärt dann sehr gut, warum das specifische Gewicht der Stoffe so viel geringer schien, so lange sie gepulvert waren.

Nicht so überzeugend sind mir die Schlüsse, die Herr Schmidt dort aus seinen Versuchen der Hassenfratzischen Meinung über den Einfluss der Adhärenz entgegengesetzt. Der erste und dritte seiner Versuche sind dazu bestimmt, gegen Hassenfratz zu beweisen, dass Stanniol ausgebreitet und so zusammengeschlagen, dass er nur vom Wasser in einer geringen Fläche berührt wird, gleiche specifische Gewichte habe. Diese Versuche scheinen aber mit den Hassenfratzischen nicht unter gleichen Bedingungen angestellt zu seyn; Hassenfratz liess seinen Stanniol durch ein Streckwerk zusammendrücken, das Wasser konnte daher nicht zwischen die Blätter dringen, oder höchstens nur wenige trennen. Herr Schmidt hingegen faltete und presste ihn nur so viel wie möglich zusammen, und dass dieses nicht hinlänglich fest gewesen seyn kann, beweist der 5te Gegenversuch, wo der zusammengeschlagene Stanniol ganz aus einander getrieben war. Der 5te und 6te Versuch sprechen sehr für Hassenfratz, denn hier waren doch beide Stanniol-

*) *Annalen der Physik*, IV. Bd., S. 102.

ſtreifen zuſammengeſchlagen, *) beide wurden auf einerlei Art mit der Luftpumpe behandelt, und doch zeigte nur jener eine ſo beträchtliche Gewichtsverminderung, dieſer nur einen Unterſchied von einem Hunderttheile. Zur Ueberſicht ſetze ich die Verſuche Haſſenfratz's mit Stanniol noch einmahl hierher. **)

Specifiſches Gewicht.	Verſ. 1.	Verſuch 2.	Verſ. 3.
Als die Blätter zwiſchen den Walzen eines Streckwerks zuſammengepreſst waren,	5,744	wird vom Verf., nach der Bemerkung eines Freundes, verworfen, weil er die Blätter beim Auseinandernehmen und beim Eintragen aus einem Aräometer in das andere an die Luft gebracht hatte.	6,6752
im Homberg. Areometer.	(fehlt.)		7,3152
Als die Blätter unter dem Waſſer getrennt waren,	3,714		5,1134
im Homberg. Areometer.	(fehlt.)		7,3052
Als die Blätter unter Waſſer durch die Hand zuſammengedrückt wurden,	3,984		(fehlt.)
im Homberg. Areometer.	(fehlt.)		(fehlt.)

H. Schmidt's Frage, ob ſich nicht jene Unterſchiede aus der verminderten Beweglichkeit der Wage und aus der anhängenden Luft erklären laſ-

*) Herr Schmidt ſagt, der eine war bis auf $\frac{1}{4}$ Quadrat-Zoll zuſammengefaltet; vom andern, er ſey zuſammengerollt: es wäre daher vielleicht möglich, daſs doch noch eine Verſchiedenheit ſtatt gefunden habe.

**) Bei der Anordnung ihrer Reſultate in eine Tafel, *Annalen der Phyſik*, I, 517, iſt in der letzten Columne die vierte Zahl 5,113 um eine, und die unterſte um zwei Zeilen zu tief geſetzt worden.

sen, möchte ich daher nicht bejahen, und bin deshalb noch immer geneigt, bis eine andere Erklärung ihre Stelle ersetzt, oder neue Versuche die Hassenfratzischen widerlegen, die Adhärenz als Ursache der Erleichterung anzunehmen. H. Schmidt kömmt durch die Theorie auf ein ganz entgegengesetztes Resultat, dass nämlich Adhärenz zwischen dem abzuwägenden Körper und dem Medio, worin er gewogen, wenn dieses nicht verdichtet wird, gar keinen Einfluss haben könne, dass durch Verdichtung hingegen das relative Gewicht vermehrt werde. Den letztern Fall kann ich, als bloise Annahme, hier übergehen. „Wenn ein Körper", sagt Herr Schmidt,*) „in eine Flüssigkeit getaucht, benetzt aus derselben wieder hervortritt, so sagt man, er adhärire mit der Flüssigkeit." Allein, dieses ist wohl keine Bestimmung des Sprachgebrauchs in seiner ganzen Allgemeinheit, da wir adhäriren auch da sagen, wo keine Flüssigkeit gegenwärtig ist. Adhäsion nenne ich daher lieber jede Wirkung der Anziehung, in so fern diese in der Berührung zweier Materien wirkt. Da Anziehung aller Materie gemein und wesentlich ist, so kommt sie auch der Luft zu; auch die Luft adhärirt daher, wie es mir scheint, den Körpern, die sie berührt; und da alle Anziehung gegenseitig ist, so ist es einerlei, ob ich sage, die Luft adhärirt dem Körper, oder dieser Körper der Luft. Da ferner die Anziehung wegen des bekann-

*) *Annal. de Phys.*, IV, 197.

ten Gesetzes ihrer Wirksamkeit für verschiedene Entfernungen, in der Berührung am stärksten ist, so wird auch die Adhäsion jeder Kraft, welche beide Körper zu trennen strebt, entgegenwirken; und überwindet sie diese Kraft, so wird, wer eines von beiden, die Luft oder den Körper, unterstützt, beide unterstützen, so wie man gleich viel trägt, welche von zwei einander adhärirenden Platten man halten mag, und gleich viel, ob man den Magneten am daran hängenden Eisen, oder das Eisen an dem Magneten, woran es hängt, aufhebt. Um hier in Rücksicht des Körpers, der dem Wasser oder der Luft adhärirt, zu entscheiden, welcher von beiden, er oder die Luft, erleichtert wird, kömmt es darauf an, welcher von beiden unterstützt wird. Da nun offenbar die Luft auf der Oberfläche, das Wasser in dem Gefäse, worin es eingeschlossen ist, unterstützt und getragen wird, so kann, wie es mir scheint, die bewegende Kraft des fallenden Körpers durch Adhäsion mit Luft oder Wasser nur vermindert werden. Die Erfahrung mus entscheiden, ob diese Verminderung gros genug ist, einen wahrnehmbaren Theil derselben aufzuheben. Findet es sich, dass sie zu schwach ist, um das wahrnehmbare Uebergewicht eines Körpers aufzuheben, so wird dieser sinken; mit ihm die adhärirende Luft, und dann wird die Adhäsion nur die beschleunigende, keine bewegende Kraft vermindern.

Ich glaube durch diese Auseinandersetzung dem Vorwurfe begegnet zu seyn, als wenn ich Cohäsion

der Lufttheilchen annähme, *) welches beides, wie ich ohne Einschränkung zugestehe, der Natur jeder elastischen Flüssigkeit widerspricht. Ein zweiter Einwurf ist, dafs man aus der Verwandtschaft eines Körpers gegen den Sauerstoff nicht gerade auf die Adhäsion des Körpers gegen die Luft schliefsen dürfe. Ohne die Frage zu untersuchen, ob die atmosphärische Luft ein Gemisch oder ein Gemenge aus Sauerstoff und Stickstoff in Gasgestalt sey, scheint es mir hinlänglich, dafs man weifs, Oehl habe bei dieser Temperatur stärkere Wahlanziehung zum Sauerstoffe, als das Papier, dafs beide hingegen mit dem Stickstoffe unter diesen Umständen keine Verbindung eingehen. Der Analogie mit allen bisherigen Erfahrungen von Morveau **) und Achard ***) gemäfs, wird dann auch

*) *Annalen der Physik*, IV, 201.

**) S. *Chymisch-physische Schriften*, Berl. 1780, S. 334 bis 67. Herr Achard und Herr Morveau (a. a. O. S. 32,) vermuthen, das $b = \frac{1000 \cdot m \cdot d}{n \cdot c}$, welches mit der Erfahrung, besonders bei den Säuren, so übereinstimmende Resultate gab, werde durch die Figur der kleinsten Theile bestimmt; wenn wir aber die Art, dieses b zu bestimmen, (aus d und c,) durch das kalihaltige Glas betrachten, so wird man sich leicht überzeugen, dafs es durch chemische Anziehung bestimmt wurde, da die Alkalien und Erden in derselben Ordnung die Säuren anziehen.

***) Die Reihe der Adhärenzen zwischen Queckfilber und den Metallen folgt der Ordnung, wie ihr

hier dem chemiſch näher verwandten Stoffe ſtärkere Adhäſion zugeſchrieben werden müſſen. Das von Herrn Schmidt angeführte Beiſpiel der Stillung der Meereswellen durch Oehl ſpricht ſchwerlich dagegen, da, nach Achard's*) Verſuchen, das Oehl auch da gute Dienſte thut, wo die Bewegung des Waſſers nicht von der Luft herkömmt, und da auſſerdem, bei genauerer Betrachtung der Umſtände,**) dieſe gröſsere Anziehung des Oehls zu der Luft als zu dem Waſſer, wodurch ſtatt der ganzen Waſſermaſſe nur eine dünne darauf ſchwimmende Oehllage vom Winde fortgetrieben wird, in manchen Fällen viel zur Hervorbringung jener Wirkung beiträgt. Doch kommen bei dieſer Erſcheinung noch manche andere Umſtände in Betrachtung, deren Auseinanderſetzung uns zu weit führen würde.

* * *

Ich glaube, es wird hier am rechten Orte ſeyn, einige *Verſuche über die Meinung* anzuführen, die, ſeit Weitbrecht,***) den *Muſchenbroekſchen*****) Verſuchen zuwider, von den geſchätzteſten Phyſi-

chemiſcher Verwandtſchaftsgrad. Morveau's Grundſätze der chemiſchen Affinität, S. 9.

*) *Sammlung phyſikal. Abhandl.*, Berl. 1784, S. 91.

**) Vergl. *Allgem. geogr.-Ephemeriden*, II. B, S. 524, III. B., S. 244.

***) *Tent. theor. qua aſcenſus aquae in tubis capill. explicatur. Comment. Acad. Petrop.*, T. VIII, p. 261.

****) *Diſſert.*, Viennae 1756, p. 15 etc.

kern, wie Gehler,*) Funk,**) Gren,***) u. a., angenommen worden, *dafs bei dem Aufsteigen der Flüssigkeiten in Haarröhrchen nur die Anziehung in der unmittelbaren Berührung wirksam werde*, aber nicht auf eine angebliche Entfernung wirke, dafs daher die Länge der Haarröhren von keinem Einflusse sey. Die Versuche hierüber stellte ich mit aller Sorgfalt an, verkürzte nicht die Röhre durch tieferes Eintauchen in die Flüssigkeit, (denn dann kömmt die Flüssigkeit an Stellen von verschiedenem Durchmesser und verschiedener Dicke,) sondern durch Abbrechen. Ihre Länge und den Stand der Flüssigkeit trug ich durch einen Zirkel auf eine Skale.

Länge der Glasröhre.		Höhe des Wassers darin.	
Zoll	Linien	Zoll	Linien
5	7	1	10,1
4	11	1	9,9
4	1	1	9,7
3	7	1	9,5
2	5	1	9,3
1	9	1	7,3

Länge der Glasröhre, in Linien.	Höhe des Wassers darin, in Linien.
28	21,9
25	20,9
21,5	16,9
19	15,5
18,9	14,6
15	13,4
10,4	9

Diese Versuche, so wie noch mehrere, die ich weglasse, da sie weniger ganau angestellt waren, und dasselbe Resultat gaben, entscheiden mich für die Meinung, dafs die Länge der Haarröhrchen auf den Stand der Flüssigkeit einen merklichen Einfluss hat.

*) *Physikal. Wörterbuch*, II. Th., S. 550.

**) *Comment. II de tubis capill.*, Lipf. 1773, p. 24.

***) *Naturlehre*, §. 155 und §. 162.

ANNALEN DER PHYSIK.

VIERTER BAND, VIERTES STÜCK.

I.

VERSUCHE UND BEMERKUNGEN über die Kraft des entzündeten Schießpulvers.

vom

Herrn Grafen von Rumford
in London.

(Beschluß, Annalen, IV, 257.)

Versuche über die Expansiv-Kraft des Pulverdampfs.

„Der Zweck, den ich bei folgender Reihe zusammenhängender Versuche vor Augen hatte, war: durch sie zu einer Reihe von Thatsachen zu gelangen, aus denen sich mit Sicherheit *erstens* auf die Expansiv-Kraft des elastischen Pulverdampfs in verschiedenen Zuständen der Verdichtung, und auf das Gesetz, wonach diese Expansiv-Kraft sich mit der Dichtigkeit des Dampfes ändert, schließen ließe; und *zweitens* durch einen entscheidenden Versuch den höchsten Grad der Expansiv-Kraft des Pulver-

dampfs, wo möglich, noch genauer, als mittelst des zweiten vorläufigen Versuchs zu bestimmen.

Die Versuche wurden unter meiner Direction von Herrn Reichenbach, Vorsteher des Künstler-Corps beim baierschen Militär, und vom Grafen Spreti, Premierlieutenant der Artillerie, die sich darin schon geübt hatten, mit möglichster Sorgfalt angestellt. Zwar verhinderte Kränklichkeit meine persönliche Gegenwart; allein ich erhielt stündlichen Bericht, und ordnete alles an. Wegen der ausserordentlichen und ganz unerklärbaren Verschiedenheit in den Resultaten, nach Verschiedenheit der Jahreszeit, hatte ich mir indess doch vorgenommen, diese interessanten und neuen Versuche insgesammt selbst zu wiederholen, ehe ich sie bekannt machte; allein Kränklichkeit und Geschäfte verhinderten dieses, und ich muss dazu Andere auffordern, die sich in einer günstigen Lage befinden.

Zu den ersten 85 Versuchen diente ein und derselbe Lauf. Die Bohrung desselben war an der Mündung 0,25 Zoll weit, enthielt sammt der Zündröhre, (den Raum für die Lederscheibe abgerechnet,) einen Inhalt von 0,08974 Kubikzoll, nach der Schwere des Queckfilbers zu urtheilen, welches ihn füllte, *) und fasste folglich von dem

*) Er war daher nicht in seiner ganzen Ausdehnung gleich weit, da, wenn man den Inhalt durch die Länge dividirt, das einen Durchmesser von 0,2281 Zoll giebt. Allein das thut nichts zur Sache.

Pulver, wovon ein wohlgeschüttelter Kubikzoll 272,68 Gran Troy-Gewicht wog, völlig geladen 25,641 Gran deutsches Apotheker- oder $24\frac{1}{2}$ Gran Troy-Gewicht. Wenn man geringere Ladungen in Theilen dieses Volums als Einheit ausdrückt, z. B. 1 Gran durch 0,039, so geben diese Zahlen zugleich die *relative Dichtigkeit* des erzeugten Pulverdampfs, in Beziehung auf die gröfstmögliche Dichtigkeit, als Einheit an, und erleichtern die Vergleichung.

Nur die kleinsten Ladungen ausgenommen, wurden zu Gewichten, deren Last den Lauf verschliefsen sollte, Kanonen von verschiedener Gröfse genommen, die man auf die stählerne Halbkugel mit ihrer Traube senkrecht setzte, so dafs sich der Lauf noch mit Kugeln füllen, und dadurch ihre Schwere, den Umständen nach, verändern liefs. Die Versuche wurden schrittweise mit allen Ladungen, von Gran zu Gran, von 1 bis 18 Gran angestellt, und zwar so, dafs man das Gewicht so lange vermehrte oder verminderte, bis es endlich dem Pulverdampfe so stark widerstand, dafs es zwar etwas gehoben, aber die Lederscheibe nicht hinausgeschleudert wurde. Dieses zu finden, erforderte gewöhnlich 4 bis 8 Versuche, deren Resultate Graf Rumford in einer Tafel insgesammt mittheilt, aus der ich hier jedoch nur die ausziehe, bei denen das Gewicht die gehörige Gröfse hatte, so dafs es zwar etwas, doch nicht bis zum Entwischen des Dampfs gehoben wurde. Denn nur diese Gewichte kön-

nen die *Expanſiv-Kraft* des erzeugten Pulverdampfs meſſen.

Da der Durchmeſſer der Mündung des kleinen Laufs genau $\frac{1}{4}$ Zoll, die Mündung alſo ſelbſt 0,049088 Quadratzoll betrug, ſo war der mittlere Luftdruck auf die Mündung 0,73631 Pfund Averdupois-Gewicht, indem er auf einen Quadratzoll ungefähr 15 ſolcher Pfunde beträgt. Das Gewicht der Kanone in Averdupois-Pfunden mit 0,73631 dividirt, giebt folglich, wie vielmahl ſtärker der Druck des Pulverdampfs, als der mittlere Luftdruck war, und dieſes ſteht in der letzten Columne.

Zeit, wenn der Verſuch angeſtellt wurde, 1793.					Zuſtand der Luft.		Pulverladung.		Gewicht, welches den Pulverdampf eben zurückhielt, in Pfunden, Averd. Gew.	Expanſiv-Kraft des Pulverdampfs durch den mittlern Luftdruck gemeſſen.	
		St.	Min.		Thermometerſtand nach Fahrenh.	Barometerſtand in engliſchen Zollen.	Gran, Averdupois-Gewicht.	in Theilen des Inhalts des Laufs.		beobachtet.	berechnet.
Febr.,	25ſten	4	—	A.	57°	28,37	1	0,039	57,4	77,86	76,8
	26ſten	10	—	M.	34	28,1	2	0,078	134,2	182,3	164,5
		4	—	A.	48	28,31	3	0,117	212,24	288,2	269,2
	27ſten	3	45	A.	50	28,36	4	0,156	281,57	382,4	393,6
	28ſten	3	45	A.	48	28,35	5	0,195	413,27	561,2	541,6
	25ſten	11	—	M.	37	28,56	6	0,234	504,8	685,6	717,8
März,	1ſten	3	30	A.	59	28,34	7	0,273	597,66	811,7	927,3
	2ten	9	30	M.	50	28,32	8	0,312	857,64	1164,8	1176,2
		10	30	—	50	28,32	9	0,351	1142,3	1551,3	1471,4
	5ten	9	—	—	32	28,2	10	0,390	1387,5	1884,3	1821,1
		10	45	—	32	28,2	11	0,429	1634	2219	2234,8
	6ten	11	30	—	36	28,34	12	0,460	1895,1	2573,7	2723,8
		4	—	A.	42	28,3	13	0,507	2422	3288,3	3300
	9ten	11	15	M.	43	28,31	14	0,546	2951	4008	3980
		0	15	A.	43	28,31	15	0,585	3477	4722,5	4783
April,	4ten	3	45	—	70	28,2	16	0,624	5220	7090	5727
	5ten	4	—	—	68	28,3	18	0,702	{8081 {8700	10977} 11815}	8140

Bei diesem letztern Versuche wurden von 18 Gran Ladung 8081 Pfund, mit einem heftigen Knalle, stärker als ein Musketen-Schuss, gehoben, indess 17 Gran dieses Gewicht nicht zu heben vermochten. Als es auf 8700 Pfund vermehrt wurde, borst die Zündröhre, mit einem lauten Knalle, weshalb diese Versuche beendigt werden mussten.

Diese Versuche schienen dem Grafen Rumford hinreichend, um über den einen Hauptpunkt, worauf es ihm bei dieser Untersuchung ankam, nämlich über das *Gesetz, nach welchem die Elasticität des Pulverdampfs von der Dichtigkeit desselben abhängt*, Licht zu erhalten. So viel fällt aus ihnen in die Augen, dass die Elasticitäten in viel grösserm Verhältnisse als die Dichtigkeiten, und zwar nach einem variabeln steigenden Verhältnisse zunehmen; so dass, wenn man die Dichtigkeiten mit x, die Elasticitäten mit y bezeichnet, nicht etwa y einer constanten, sondern veränderlichen Potenzen von x proportional ist. Graf Rumford glaubt aus ihnen noch weiter schliessen zu dürfen, dass der veränderliche Exponent dieser Potenz nie kleiner als 1 seyn könne, (besonders weil y zugleich mit x verschwindet,) und dass daher die wahre Form der Abhängigkeit zwischen Elasticität und Dichtigkeit des Pulverdampfs sich folgendermasen ausdrücken lasse, $y = x^{1+z}$. Von vielen Wegen und Rechnungen, die er eingeschlagen habe, um die Abhängigkeit zwischen x und z den Versuchen möglichst entsprechend zu bestimmen, leiste, behaup-

tet er, keine jenen Verſuchen ſo gut Genüge, als wenn man $z = \frac{4}{10000} \cdot x$ ſetzt; vorausgeſetzt, daſs die Dichtigkeiten x in ſolchen Theilen ausgedrückt werden, wovon 1000 auf die gröſstmögliche Dichtigkeit gehn, (wenn die Ladung die Kammer ganz anfüllt.) Iſt dieſes der Fall, ſo wäre $y = x^1 + 0{,}0004 \cdot x$ das allgemeine Geſetz, wonach die Elaſticität des Pulverdampfs, y, von der Dichtigkeit deſſelben, x, abhinge, dieſe in Tauſendtheilchen der gröſstmöglichen Dichtigkeit, und jene, (die Elaſticitäten y,) in Zahlen ausgedrückt, welche mit 1,841 multiplicirt, ſich auf den *mittlern Luftdruck* als Einheit beziehn, ſo wie mit 27,615 multiplicirt, den Druck des Pulverdampfs auf 1 *Quadratzoll* Fläche in Averdupois-Pfunden geben: oder es iſt nach der Rumfordſchen Formel die Elaſticität des Pulverdampfs, auf *den mittlern Luftdruck als Einheit bezogen*, $= 1{,}841 \cdot x^1 + 0{,}0004 \cdot x$.

Wegen der Richtigkeit dieſer Beſtimmung beruft ſich Graf Rumford auf die groſse Uebereinſtimmung der danach berechneten Elaſticitäten des Pulverdampfs bei den verſchiedenen Ladungen von 1 bis 18 Gran, mit den wirklich beobachteten bei den vorigen Verſuchen, wie ſie in der letzten Columne der obigen Tabelle neben einander geſetzt ſind. „Einige dieſer Verſuche,“ fügt er hinzu, „beſonders die, welche mit den ſtärkſten Pulverladungen angeſtellt wurden, ſcheinen zwar anzuzeigen, daſs die Exponenten x in der Formel

$y = x^{1+z}$, nicht mit x gleichförmig, sondern nach viel ſtärkerm Verhältniſſe wachſen; aber bei weitem der gröſste Theil der Verſuche und mehrere Gründe, die in der Natur der Sache liegen, beſtätigen jene Vorausſetzung, worauf mein Geſetz für die Elaſticität des Pulverdampfs fuſst. Dieſes zeigt noch beſſer die geometriſche Conſtruction dieſes Geſetzes und obiger Verſuche, in Fig. 3, Taf. V. Hier ſind die den Ladungen entſprechenden Dichtigkeiten des Pulverdampfs als Abſciſſen auf *AB*, und die dazu gehörigen Elaſticitäten des Dampfs als ſenkrechte Ordinaten aufgetragen. Die punktirte krumme Linie *AC* iſt der Ort für die *beobachteten*; die ausgezogene *AD* für die nach Rumford's Formel *berechneten* Elaſticitäten; und die gerade Linie *AB* für die Elaſticitäten, wie ſie Robins beſtimmt, der annimmt, daſs ſie gleichförmig mit den Dichtigkeiten wachſen, und daſs die gröſste 1000mahl ſo groſs ſey, als der mittlere Luftdruck. *)

*) Für die Ladungen von 1 bis 15 Gran Pulver, oder von 0,039 bis 0,585 des Rauminhalts der Kammer, ſtimmt in der That das Rumfordſche Geſetz für die Abhängigkeit der Elaſticität des Pulverdampfs von deſſen Dichtigkeit, ſo gut mit der Erfahrung überein, daſs es ſich *innerhalb dieſer* Grenzen mit groſser Wahrſcheinlichkeit als das Wahre annehmen läſst. Allein über dieſe Grenzen hinaus weicht es für gröſsere Dichtigkeiten von der Erfahrung ſo ſchnell und zuſehends ab, daſs es hier keine

Es dauerte bis in den Juli, ehe die Verſuche fortgeſetzt werden konnten. Der Lauf war reparirt und gereinigt, dabei aber die Mündung deſſelben etwas erweitert worden, ſo daſs nun der Vierundzwanzigpfünder von 8081 Pfund, auf den Lauf einen Druck ausübte, der nicht mehr 10977, ſondern nur noch 9431mahl ſo ſtark als der mittlere Luftdruck war. Dieſelben, welche die vorigen Verſuche gemacht hatten, ſtellten auch dieſe an; und da ſie in ihnen ſchon geübt waren, ſo ſieht Graf Rumford dieſe Verſuche als eben ſo zuverläſſig an, als wäre er bei ihnen gegenwärtig geweſen, ob er gleich damahls nicht in München war.

Gültigkeit mehr haben kann. Zur gröſstmöglichen Dichtigkeit $x = 1000$, würde danach eine gröſstmögliche Elaſticität gehören, welche nur 2917fmahl ſo groſs als der mittlere Luftdruck wäre, indeſs Graf Rumford ſie in dieſem Falle, auf mehr als 54752mahl ſo groſs als den mittlern Luftdruck, ſeinen vorläufigen Verſuchen gemäſs, fand. (*Ann.*, IV, 276, a.) Soll z dieſem Falle entſprechen, ſo müſste es $= 0{,}00049 \cdot x$ ſeyn. Dieſes zeigt hinlänglich, daſs man mit einem ſo einfachen Geſetze nicht ausreicht, und daſs für gröſsere Dichtigkeiten wahrſcheinlich noch ein oder mehrere Glieder zu der Rumfordſchen Formel hinzu kommen müſſen, wenn man überhaupt dieſe Form der Abhängigkeit beibehalten will. Doch iſt es überhaupt wohl noch zu früh, an dieſes Geſetz zu denken, bevor man nicht die Anomalien in den gleich folgenden Verſuchen gehörig ins Helle gebracht hat. *d. H.*

Zeit, wenn der Verſuch angeſtellt wurde Jul. 1793. St. M.	Zuſtand der Luft. Thermometerſtand. Fahr.	Barometerſtand. Engl. Zoll.	Pulverladung. in Gran Av. d. Pois-Gew.	in Theilen des Inhalts des Laufs.	Ein Gewicht von 10 Pf. Av. d. P., das 9431mahl ſo ſtark als der mittlere Luftdruck laſtete, wurde beim Verſuche
1ſte 4 — A	88°	28,37	17	0,663	gehoben mit gewaltigem Knalle
4 30 —	—	—	17	0,663	bei allen 3 Ladungen gehoben, mit einem lauten Knalle
4 45 —	—	—	16	0,624	
5 — —	—	—	15	0,585	
5 30 —	—	—	12	0,468	nicht gehoben
6 — —	—	—	13	0,507	eben gehoben mit ſehr ſchwachem Knalle
2te 9 — M	71°	28,38	13	0,507	gehoben mit lautem Knalle
9 30 —	—	—	12	0,468	gehoben mit ſchwachem Knalle
10 — —	—	—	—	—	gehoben mit ſehr ſchwach Knalle
10 30 —	80°	—	11⅞	0,463	*eben gehoben* ohne Knall
3te 10 — M	70°	28,55	12	0,468	nicht gehoben
10 30 —	—	—	13	0,507	nicht gehoben
11 — —	75°	—	14	0,546	eben gehoben mit ſchwach. Knalle
4te 9 — M	70°	28,56	14	0,546	nicht gehoben
9 30 —	—	—	14	0,546	nicht gehoben
10 — —	72°	—	15	0,585	gehoben mit ſchwachem Knalle
10 30 —	—	—	15½	0,605	gehoben mit ſchwachem Knalle
5te 9 — M	74°	28,42	15½	0,605	gehoben mit gewaltigem Knalle
9 30 —	—	—	13	0,507	gehoben mit ſtarkem Knalle
10 45 —	85°	—	12	0,468	eben gehoben mit ſchwach. Knalle
17te 9 0 M	75°	28,4	12	0,468	wie zuvor
9 45 —	—	—	12	0,468	nicht gehoben
10 30 —	—	—	11¼	0,439	*eben gehoben* ohne Knall
11 — —	—	—	11½	0,439	wie zuvor.

Bei der vorigen Reihe von Verſuchen, welche in einer kälteren Jahreszeit angeſtellt wurden, wäre eine Ladung von etwa 17 Gran Pulver erfordert worden, um einen 9431mahl gröſsern Druck als den mittlern Luftdruck auszuüben. Bei dieſen Verſuchen in der heiſsen Jahrszeit übte unter günſtigen Umſtänden eine Ladung von 12 Gran, ja unter den günſtigſten eine Ladung von $11\frac{1}{4}$ Gran, dieſen Druck aus. *) Nun aber folgt aus dem im Herbſte 1792 angeſtellten Verſuche, wo, bei ganz gefülltem Laufe, der Lauf zerſprang, daſs damals, bei kaltem Wetter, der Druck der vollen Ladung 55000mahl ſo groſs, als der mittlere Luftdruck ſeyn muſste. Bei warmem Wetter wird dieſer Druck daher noch um ſehr vieles gröſser ſeyn. **)

*) Dieſe auſserordentliche Verſchiedenheit in der Kraft des Pulvers, wovon am 2ten bei 80° Wärme $11\frac{7}{8}$ Gran den Vierundzwanzigpfünder hoben, am 4ten bei 70° Wärme eine Ladung von 14 Gran ihn nicht hob, und am 17ten gar eine Ladung von $11\frac{1}{4}$ Gran ihn bei 75° Wärme hob; und die Umſtände, von der dieſe Verſchiedenheit abhängen, verdienten gewiſs gar ſehr genauere Unterſuchungen. *d. H.*

**) Da zu einer Ladung von 12 Gran eine Dichtigkeit x von 468 Tauſendtheilen der gröſstmöglichen gehört, ſo war, nach der Formel $(y = x^{1+0,004.x})$, für dieſen Fall $y = 468^{1,1872} = 1479,5$. Nun aber iſt die Expanſivkraft einer entzündeten Ladung, welche den Vierundzwanzigpfünder hob, 9431mahl ſo ſtark, als der mittlere Luftdruck; folglich

Versuche über das allmählige Entzünden des Pulvers.

Vielleicht macht man mir, sagt Graf Rumford, gegen diese Behauptungen über die Kraft des Schiefspulvers folgende Einwendung, die auf den ersten Anblick sehr triftig scheint, sich aber leicht heben läfst: „Wenn die Kraft des Schiefspulvers in der

war in diesem Falle der für y gefundene Werth mit $\frac{9431}{1479,5}$, d. h. mit 6,3744, zu multipliciren, um die Elasticität des Pulverdampfs im mittlern Drucke der Atmosphäre als Einheit ausgedrückt zu haben. Da nun, wenn der Lauf voll Pulver ist, nach Rumford's Formel $y = 1000^{1/4} = 15849$ ist, und dieses, mit jener Zahl multiplicirt, 101201 giebt; so muss, schliefst Graf Rumford, in der heifsen Jahrszeit, bei günstigen Umständen, der Druck einer vollen Ladung, (und mithin der anfängliche Druck in jedem Geschütze,) wenigstens 101201mahl stärker, als der mittlere Luftdruck seyn. Wie wir aber in der vorigen Anmerkung gesehn haben, bleibt Graf Rumford's Formel bei diesen grofsen Dichtigkeiten beträchtlich unter der Wahrheit, und giebt bei voller Ladung statt eines Drucks von 54752, nur einen von 29178 Atmosphären; folglich würde die Kraft des Pulverdampfs in diesem Versuche vielmehr $\frac{54752}{29178}$. 101201, d. i. 190922mahl höher als der mittlere Luftdruck zu schätzen seyn. Und das wäre noch nicht einmahl die gröfste Kraft des Pulvers, da in einem der Versuche gar $11\frac{1}{4}$ Gran Ladung den Druck von 9431 Atmosphären ausübte. d. H.

That so unglaublich grofs ist, *wie kömmt es, dafs das Feuergewehr, das sicher nicht darauf berechnet ist, einer so erstaunlichen Kraft zu widerstehn, beim Gebrauche nicht allesammt zerspringt?*" Hierauf möchte ich mit einer andern Frage antworten, woher es nämlich gekommen sey, dafs bei meinen Versuchen ein Lauf, der im Verhältnisse seiner Bohrung über 1 omahl so stark, als das stärkste Geschütz war, durch die Kraft des Pulvers gesprengt wurde, wäre diese Kraft nicht bei weitem gröfser, als man bisher geglaubt hatte. Doch es ist hierbei keine solche Ausflucht vonnöthen; sondern jene Frage wird genugthuend beantwortet seyn, wenn ich zeigen kann, dafs sich *das Schiefspulver viel langsamer, als man bisher glaubte, entzündet.*

Robins nimmt bei seiner Theorie der Artillerie an, dafs die gesammte Pulverladung nicht blofs entzündet, sondern auch schon verbrannt, und in einen elastischen Dampf verwandelt sey, *bevor die Kugel merklich aus ihrer Stelle gerückt ist.* Ich habe schon vorhin, (*Ann.*, IV, S. 279,) mehrere Gründe aufgestellt, warum ich zweifle, dafs, wenn gleich die *Entzündung* des Pulvers sehr schnell geschieht, doch die *Verbrennung* so *augenblicklich* vor sich gehe, als man annimmt. Ich will nun noch mehrere Versuche nachtragen, welche diese Sache aufser allen Zweifel setzen.

Es ist eine bekannte Sache, dafs beim Abbrennen aller Feuergewehre, es sey Kanonen, Mörser oder Musketen, immer eine beträchtliche Menge

nicht verzehrter Pulverkörner mit hinaus geworfen wird; und, was besonders merkwürdig ist, diese nicht verzehrten Pulverkörner fahren nicht blos zur *Mündung*, sondern auch zum *Zündloche* oder zur *Zündröhre* hinaus, obgleich durch diese das Feuer, das die Ladung entbrennt, hineinkömmt, wie das viele wissen, die das Unglück gehabt haben, mit dem Gesichte nahe beim Zündloche einer losgeschossenen Flinte zu stehn.

Nun aber scheint es mir höchst unwahrscheinlich, wo nicht völlig unmöglich, dass ein Pulverkorn, welches wirklich in der Pulverkammer, und ringsum mit Feuer umgeben ist, *unentzündet* durch die Wirkung dieses Feuers zur Zündröhre könnte hinausgetrieben werden. War aber das Korn wirklich beim Hinausfahren entzündet, und findet sich doch *unverzehrt* in einiger Entfernung vom Geschütze; so ist, wie ich glaube, dieses ein entscheidender Beweis, dass das Schiesspulver sich lange so schnell nicht entzündet, als man allgemein glaubt, ja dass, so unglaublich dieses auch scheint, ein ringsum brennendes Pulverkörnchen, wenn es *mit einer sehr grossen Geschwindigkeit* durch die kalte Luft getrieben wird, verlöschen, und der Ueberrest desselben unverändert, und noch eben so entzündlich als zuvor herabfallen könne. Diese sonderbare Thatsache wurde durch folgenden Versuch ausser allen Zweifel gesetzt.

Ich verschaffte mir von einer Pulvermühle unweit München Pulver von einerlei Beschaffenheit,

aber sehr verschieden gekörnt, einiges so fein wie das feinste Pirschpulver, anderes fast so grob als Erbsen. Ferner spannte ich in 5 doppelte, mit Charnieren versehene Rahmen, die sich zusammenklappen liessen, sehr dünnes Papier, setzte diese Rahmen senkrecht und parallel in Entfernungen von 12 Zoll hinter einander, lud dann eine gewöhnliche Flinte mit jenem Pulver, bald mit, bald ohne Werk, und feuerte es gegen das vordere Papier ab, um daran die Wirkung und die Menge der nicht verzehrten Pulverkörner wahrzunehmen. Die Mündung des Flintenlaufs stand in einigen Versuchen 8, in andern 10 oder 12 Fuss vom vordern Papiere ab. Auch die Ladung wurde auf mannigfaltige Art abgeändert. Den interessantesten Versuch gab ein grobes Korn, das mit einer Menge feiner Körner losgeschossen wurde. Dieses grobe Korn erreichte jedesmahl das Papier, und, ob es gleich manchmahl bei der Explosion in mehrere Stücke zertrümmert zu seyn schien, so erreichte es doch häufig das erste Papier noch ganz, und ging manchmahl durch alle 5 Papiere durch, ohne zu zerfallen. Wurde es von einer starken Ladung, und mithin sehr geschwind getrieben, so brannte es selten, wenn es das erste Papier erreichte, wie daraus klar war, dass es dieses nicht in Brand steckte, (wie das zu andern Zeiten geschah,) und es pflegte dann, nachdem es alle 5 Papiere durchbohrt hatte, in einem dahinterstehenden Brette aus weichem Holze entweder selbst zu stecken, oder dort Spuren gelassen zu haben,

dafs es dagegen getroffen und zerftiebt fey. Man fand die Stücke deffelben häufig am Boden, und fehr oft zeigte ihre Geftalt, Gröfse und Ausfehen deutlich, dafs die kleine Pulverkugel gebrannt, und ihren Durchmeffer dadurch vermindert hatte, ehe es in der kalten Luft verlöfcht war. Auch fchienen die Löcher, die das Pulverkügelchen in die Papiere fchlug, zu beweifen, dafs es kleiner geworden fey. Dafs fie beim Losbrennen wirklich entzündet waren, daran läfst fich kaum zweifeln; in einigen Verfuchen kamen fie wirklich noch entzündet an die Papiere, und fetzten fie in Flammen; war die Ladung klein, fo fah man fie in ihrem Fluge brennen, und dann blieb keine Spur derfelben fichtlich. Manchmahl gingen fie durch die vordern Papiere durch, ohne fie in Flammen zu fetzen, entzündeten eins oder mehrere der hintern, und fchlugen dann in das Brett ein.

Diefe Verfuche beweifen zur Genüge, dafs das Pulver keinesweges fo augenblicklich verzehrt wird, als man es fich dachte. Noch mehr in die Augen fallend ift indefs folgender Verfuch. In den Lauf einer gewöhnlichen, unter einem Winkel von 45°. geneigten Piftole, wurde ein Stückchen rothglühendes Eifen hinabgelaffen. Als man darauf eins von den Pulverkörnern, von der Gröfse einer Erbfe hinabrollen liefs, wurde es entzündet, und durch den elaftifchen Dampf, der fich dabei entwickelte, in die Luft hinaufgeworfen, wobei es einen fchönen Lichtftreifen hinter fich liefs, und gleich einem

Stern-

Sternschnupfen plötzlich verschwand. Ich wiederhohlte diesen ergötzenden Versuch häufig, und mit Pulverkörnern von verschiedener Gröfse. Sehr kleine waren mehrentheils verzehrt, ehe sie aus dem Laufe hinauskamen; wurden ihrer aber mehrere zugleich in den Lauf hinabgelassen, so wurden gewöhnlich einige entflammt in die Luft hinausgeworfen.

Da es hauptsächlich an diesem allmähligen Verzehren des entzündeten Pulvers liegt, warum man die aufserordentliche Kraft desselben bisher nicht gehörig wahrgenommen hat; so sieht man, dafs das einfachste Mittel, die Gewalt des Pulvers zu vermehren, darauf beruht, ein schnelleres Entzünden und Verbrennen der Pulverladung zu bewirken. Unter mehrern Wegen, auf denen dieses zu bewerkstelligen ist, kenne ich keinen leichtern und wirksamern, als die Ladung, mittelst eines Schusses aus einem kleinen Feuergewehre, durch eine enge Oeffnung zu entzünden. Vor vier oder fünf Jahren liefs ich eine solche Vorrichtung zum Abfeuern der Kanonen ausführen, und sie wurde bei wiederhohlten Versuchen nützlich, brauchbar und zuverläfsig befunden. Sie überhöbe uns, bei jedem Schusse Pulver auf die Pfanne zu schütten, auch der Zündröhren und der Lunten, und würde dadurch für See- und Landkriege von Nutzen seyn.

Eine zweite untrügliche Art, die Wirkung des Pulvers im Schiefsgewehre beträchtlich zu erhöhen, besteht darin, die Gewehre so einzurichten, dafs die Kugel ihre Bohrung, wenigstens an der Stelle,

wo sie vor der Ladung fest liegt, vollkommen ohne Lücken ausfüllte. Denn sonst entwischt nicht nur im Augenblicke des Entzündens eine Menge elastischen Pulverdampfs durch die Zwischenräume, sondern, was noch schlimmer ist, zugleich fliegt auch eine Menge noch unverzehrtes Pulver aus der Kammer mit hinaus, welches, so lange die Kugel im Laufe ist, vor ihr abbrennt, und dadurch ihre Geschwindigkeit mindert. In manchen Fällen geht dadurch unglaublich viel Kraft verloren, wie sich das leicht durch Versuche zeigen läfst.

Feuert man einmahl aus einer gewöhnlichen Pistole eine lose darin liegende Kugel mit einer so schwachen Ladung ab, dafs sie in einem gewöhnlichen, 6 Fufs entfernten Tannenbrette nicht einmahl stecken bleibt; so wird dieselbe Kugel, wenn keine Oeffnung zwischen ihr und dem Laufe bleibt, mit derselben Ladung aus derselben Pistole geschossen, nicht blofs durch das Tannenbrett durchschlagen, sondern noch in ein zweites dahinter liegendes eindringen. Dieses habe ich oft versucht.

Ich besitze eine Flinte, aus der ich mit einer gewöhnlichen Flintenladung zwei Kugeln zugleich abschiefsen, und beiden die Geschwindigkeit geben kann, die eine einzige Kugel von einer gewöhnlichen Muskete mit derselben Ladung erhält. Der ganze Vortheil beruht darauf, dafs der Lauf, da, wo er an die Pulverkammer anschliefst, sich so verengert, dafs die hintere Kugel ihn ringsum genau ausfüllt, und darin fest sitzt, und dafs man zugleich

Mittel anwendet, alle Zwiſchenräume zwiſchen Lauf und Kugel zu verſtopfen.

Berechnung der Expanſiv-Kraft der Waſſerdämpfe im entzündeten Pulver.

Zum Beſchluſs füge ich noch *eine Berechnung* bei, aus der man ſehn kann, daſs, ſo ungeheuer auch die Kraft des Pulverdampfs iſt, ſie ſich doch vollkommen aus meiner Hypotheſe erklären läſst, nach der ſie einzig und allein *der Elaſticität der Waſſerdämpfe* zuzuſchreiben iſt. (*Annal.*, IV. 277.)

Man weiſs, beſonders mittelſt der ſehr gut durchgeführten Verſuche des Ritters von Betancourt, die 1790 in Paris bekannt gemacht wurden, daſs bei jeder Zunahme der Temperatur um 30° Fahr., vom Froſt- bis zum Siedepunkte, die Elaſticität der Waſſerdämpfe verdoppelt wird. Nun aber iſt ihre Expanſivkraft bei 212° nach Fahrenheit dem mittlern Luftdrucke gleich, und ich ſehe nicht ab, warum dieſes Geſetz nicht auch über den Siedepunkt hinaus gelten ſollte.*) Folglich müſste ſie bei 212° + 30° 2mahl, bei 212° + 2 . 30° 4mahl, und bei 212 + 30 . *x* Grad, 2^x mahl gröſser als der mittlere Luftdruck ſeyn. Das gäbe z. B. für Waſ-

*) Iſt dieſes gleich zweifelhaft, ſo erhellt aus des Grafen Berechnung doch wenigſtens ſo viel, daſs ſich die unglaubliche Kraft des entzündeten Pulvers völlig aus der Expanſiv-Kraft der im Entzünden ſich entwickelnden und ſtark erhitzten Waſſerdämpfe erklären laſſe. *d. H.*

ſerdämpfe, die bis 722° nach Fahrenheit, (= 212 + 17 . 30) ° erhitzt würden, einen 2^{17} = 131072 mahl gröſsern Druck, als den mittlern Luftdruck.

Nun ſchmelzt das Schieſspulver bei ſeiner Entzündung Kupfer, das in kleinen Stücken darunter gemiſcht iſt; um Kupfer zu ſchmelzen, wird aber, wie bekannt, eine Hitze von 3807 Fahrenheitiſchen Graden, d. h. eine mehr als fünfmahl gröſsere Hitze, als die zum Beiſpiel angenommene von 722°, erfordert. Auch iſt dieſe letztere Hitze nur um 122° gröſser, als die Siedehitze des Queckſilbers und des Leinöhls, und noch um 355° kleiner, als die Hitze des am Tage roth glühenden Eiſens. Sicher findet alſo beim Entzünden des Pulverdampfs noch eine viel gröſsere Hitze als die angenommene ſtatt, ſo daſs die Waſſerdämpfe, die ſich in einem eingeſchloſſenen Raume aus dem entzündeten Pulver entwickeln, wahrſcheinlich einen Druck ausüben, der noch viel ſtärker als 131072mahl ſo groſs, als der mittlere Luftdruck iſt.

Nun wäre aber noch die Frage, ob im Pulver Waſſer genug vorhanden iſt, um die Pulverkammer im Augenblicke der Entzündung mit Waſſerdämpfen anzufüllen? Darauf läſst ſich jedoch leicht antworten. Das beſte Schieſspulver, dergleichen ich zu meinen Verſuchen brauchte, beſteht dem Gewichte nach aus 70 Theilen Salpeter, 18 Theilen Schwefel und 16 Theilen Holzkohle, enthält folglich in 100 Theilen, 67,1 Theil Salpeter, 17,3 Schwefel und 15,4 Kohlen. Nach Kirwan ſind aber in

100 Theilen Salpeter 7 Theile, mithin in 100 Theilen Pulver 4,711 Theile Kryſtalliſations-Waſſer. Da nun von gut geſchütteltem Pulver 1 Kubik-Zoll 253,175 Gran Troy-Gewicht wiegt, (S. 266, a;) ſo muſs 1 Kubik-Zoll vom trockenſten Pulver zum wenigſten 10,927 Gran Waſſer enthalten.

Aber auſser dieſem Kryſtalliſations-Waſſer im Salpeter enthält das Pulver in der Regel noch eine Menge Feuchtigkeit, die ſich daraus durch Abdampfung forttreiben läſst. Holzkohlen verſchlucken an der Luft faſt $\frac{1}{8}$ ihres Gewichts an Waſſer, und aus meinen Verſuchen, die ich mit Pulver anſtellte, das ich trocknete und dann wieder der Luft ausſetzte, habe ich Grund, zu ſchlieſsen, daſs die Kohle dieſe Eigenſchaft, Feuchtigkeit zu verſchlucken, im Pulver ungeſchwächt behält. Setzen wir indeſs auch nur $\frac{1}{4}$ verſchluckter Feuchtigkeit in der Kohle, ſo gäbe das auf 1 Kubik-Zoll Pulver 4,875 Gran Feuchtigkeit. Daſs dieſes ſicher nicht zu viel gerechnet iſt, beweiſt Graf Rumford dadurch, daſs 1160 Gran Pulver, mitten aus einem Haufen, der völlig trocken ſchien, genommen, und einer bis 200° erwärmten Luft ausgeſetzt, in 15 Minuten, 11 Gran an Gewicht verloren hatten. Der Kubik-Zoll Pulver hatte alſo ſchon 2,4 Gran Feuchtigkeit verloren, und doch enthielt er wahrſcheinlich noch mehr Feuchtigkeit, als die bereits verdünſtete.

Berechnen wir nun auch die Waſſermenge, welche, in Dampf verwandelt, beim mittlern Luftdru-

cke 1 Kubik-Zoll Raum einnehmen würde, so zeigt sich, dafs sowohl das Kryſtallisations-Waſſer des Salpeters, als auch die wenige Feuchtigkeit im Pulver, hierzu mehr als hinreichen mufs. Denn ist gleich die Dichtigkeit des Waſſerdampfs noch nicht so genau bestimmt, als man wohl wünschen könnte; so ist doch so viel gewifs, dafs er wenigstens 2000mahl dünner als Waſſer ist, wenn beide die Temperatur von 212° haben. Einige halten ihn für 10000mahl dünner als Waſſer, und mehrere Verſuche scheinen das zu bestätigen; doch wollen wir lieber die Dichtigkeit deſſelben so hoch als möglich annehmen. Da nun 1 Kubik-Zoll Waſſer 253,175 Gran wiegt, so beträgt das Gewicht von 1 Kubik-Zoll Waſſerdampf bei einer Temperatur von 212°, höchstens 0,1266 Gran, und mithin enthält 1 Kubik-Zoll Pulver 86-mahl mehr Kryſtallisations-Waſſer und 38mahl mehr Feuchtigkeit, als nöthig ist, um 1 Kubik-Zoll Waſſerdampf zu geben.

Gewifs ist also im Pulver viel mehr Waſſer vorhanden, als erfordert wird, um aus deſſen Verwandlung in Dampf die ungemeine Kraft des entzündeten Schiefspulvers ableiten zu können; selbst dann, wenn auch während der Entzündung kein Waſſer durch Zusammenſetzung entsteht. Ja die zu grofse Menge von Waſſer im Pulver ist wahrscheinlich der Wirkung nachtheilig; und diese würde vermuthlich viel gröfser seyn, könnte man diese Waſſermenge vermindern.

Man ſieht aus dieſer Berechnung, daſs das Schwierige bei meiner Erklärung nicht ſowohl darin beſteht, die Kraft, welche das Pulver wirklich ausübt, zu erklären, als vielmehr den Grund anzugeben, warum dieſe Kraft nicht noch viel gröſser iſt.*)

*) Bemerkungen über dieſe Berechnung und über die bisherigen Theorien des Schieſspulvers im Vergleiche mit der Rumfordſchen, verſpare ich für einen eignen Aufſatz im nächſten Stücke. *d. H.*

II.

BESCHREIBUNG
einer
neuen tragbaren Pulverprobe,
vom
Bürger REGNIER. *)

Es giebt mehrere Vorrichtungen, um die Stärke des Pulvers zu prüfen, die zu bekannt sind, um hier erst beschrieben zu werden. Versuche im Grosen sind zwar stets die zuverlässigsten, erfordern aber einen Apparat und Veranstaltungen, die nicht jedem zu Gebote stehn; daher man sich schon längst einer kleinen, bequemern Pulverprobe, in Gestalt einer Pistole, bedient. Indem der Pulverdampf aus ihr herausfährt, treibt er ein kleines ge-

*) *Mémoires explicatifs du Dynamomètre et autres Machines inventées par le C.* Regnier. Paris. An 7, q. p. 36. Sie enthalten die Beschreibung des Regnierschen Dynamometers, (*Annalen der Physik*, II, 91,) einer Einrichtung für die Zündröhre in Flinten, wodurch ein willkührliches Losgehn verhindert wird, dieser neuen Pulverprobe und einer Scheiben-Electrisir-Maschine, die sich durch die Gestalt ihres Conductors besonders auszeichnet, (einer ebenen Tafel mit dicken abgerundeten Rändern, an deren untere Seite eine belegte Glastafel befestigt ist.) *d. H.*

zahntes oder abgedrehtes Rad, welches gegen eine Stahlfeder drückt, und nach der Stärke des Pulvers einen gröfsern oder kleinern Raum durchläuft. Dieses Instrument ist jedoch sehr unvollkommen und gänzlich unbrauchbar, wenn es darauf ankommt, die Kraft einer gegebenen Pulverladung in Feuergewehren mit einiger Zuverlässigkeit zu bestimmen. Es hat eine willkührliche Graduirung, und ganz verschiedene Frictionen, je nachdem die Stahlfeder stärker oder schwächer, und das Ganze rein und glatt oder geröstet ist.

Versuche, die ich anstellte, um diesen Mängeln abzuhelfen, führten mich auf bessere und genauere Vorrichtungen. Indem ich an der gewöhnlichen Stahlfederwage eine kleine Kanone aus Messing anbrachte, erhielt ich die Kraft des Pulverdampfs sogleich in Gewichten ausgedrückt, und dadurch ein Mittel, diese Kraft im Vergleiche mit anderm Pulver zu schätzen. Diese Vorrichtung hat zugleich den Vortheil, dafs keine Friction ins Spiel kommt, dafs die Graduirung nicht willkührlich ist, indem sie durch die Gewichte bestimmt wird, welche nöthig sind, die Stahlfeder bis an die Theilstriche zusammenzudrücken, und dafs das Instrument sich zugleich zum Abwägen von Massen, die innerhalb der Grenzen seiner Skale fallen, brauchen läfst.

Die wenige Mühe, die ich mir gab, das Instrument bekannt zu machen, und das gemeine

Vorurtheil zu Gunsten des Ausländischen, sind Ursache, dass man es für eine englische oder für eine deutsche Pulverprobe ausgab. Ich habe es in Bourgogne erfunden, wo man es zur Zeit der Akademie zu Dijon für die beste Vorrichtung hielt, um im Kleinen die Stärke des Pulvers zu bestimmen.

Die Abbildung dieses Instruments sieht man Tafel VII, Fig. 1. Die breite Stahlfeder *BAC* ist in einen Winkel gebogen, durch den ein Band oder eine Schnur geht, an welcher das Instrument gehalten wird. An dem Schenkel rechts, ist eine kleine Kanone aus Messing, *D*, welche genau 1 Gramm, (18,8 Grän altes Gewicht,) feines Kanonenpulver fasst, und zugleich der nach halben Kilogrammes, (1 Pfund altes Gewicht,) eingetheilte Limbus *E* befestigt. Er endigt sich rechts in eine Schraube, welche der kleinen Kanone zum Schwanzstücke dient, und bewegt sich frei durch eine Oeffnung im linken Schenkel der Stahlfeder. In diesen ist der Arm *F* unbeweglich befestigt, der durch eine Oeffnung des ersten Schenkels der Feder geht, und sich in eine Art von Haube endigt, welche die Mündung der kleinen Kanone genau verschliesst, und mit einer Kraft von 4 Kilogrammes dagegen gedrückt wird. Sie stellt das Projectil vor. *G* ist ein harter Messingdraht, der an einem in den rechten Schenkel der Stahlfeder eingeschrobenen Stücke fest sitzt, und auf dem sich

dier als Index dienende Tuch- oder Lederſcheibe verſchieben läſst.

Will man das Inſtrument brauchen, ſo drückt man die beiden Enden der Stahlfeder zuſammen, um den Hut von der Mündung der kleinen Kanone zu entfernen, füllt die Kanone mit Hülfe einer Karte oder eines Stücks Papiers genau mit Pulver, läſst dann den Hut ſanft gegen die Mündung ſich andrücken, die er vollkommen verſchlieſst, ohne daſs ein Pulverkorn zwiſchen beiden bleibt, und ſchiebt die zum Index dienende Tuch- oder Lederſcheibe hart an den Schenkel *B* der Stahlfeder an, welche den Arm des Huts trägt. Schüttet man dann Pulver in die kleine Zündpfanne, und brennt die Kanone, indeſs man ſie bei dem obern Bande hält, ab; ſo treibt der Pulverdampf durch ſeine Expanſiv-Kraft den Hut und den Schenkel *B* der Stahlfeder, an welchem er feſt ſitzt, vorwärts, die Kanone und den andern Schenkel *C*, der ſie trägt, zurück: und ſo wirkt die ganze Expanſiv-Kraft des Pulverdampfs, die beiden Schenkel der Stahlfeder zuſammenzudrücken. Dabei wird der kleine Index auf ſeinem Drahte zurückgeſchoben; er bleibt an dem Orte, bis wohin er geſchoben iſt, ſtehn; und aus der Gewichtszahl auf dem Limbus, bei welcher er ſteht, beurtheilt man die verhältniſsmäſsige Güte des Pulvers. Ein Stern auf dem Limbus bezeichnet die Stärke des Pulvers von mittlerer Güte.

Man sieht leicht, dafs es hier keine Friction, aufser am Index giebt, und diese ist für nichts zu rechnen. Wird in der Oeffnung am Ende des eingetheilten Bogens ein Haken, und in der Kreisöffnung hinter dem Hute ein Ring befestigt, so läfst sich das Instrument als Wage brauchen, da die Eintheilungen halbe Kilogrammes, (Pfunde des alten Gewichts,) geben.

III.

VERSUCHE,

den Diamanten in Kohle zu verwandeln, und den Schwefel durch ihn zu entsäuern,

von

GUYTON. *)

(Eine Fortsetzung der Aufsätze in den *Annalen der Physik*, II, 387, und III, 65.)

Unter die Erfahrungen, welche gegen die Meinung zu streiten scheinen, *dass der Diamant reiner Kohlenstoff sey*, gehörte ganz besonders der Umstand, dass *Schwefelsäure*, selbst erhitzt, auf den Diamanten keine Wirkung zu äufsern, und sich durch ihn nicht zu entsäuern schien. Folgender Versuch, der von Clouet und Hachette mit dem Scharfsinne und der skrupulösen Genauigkeit, die wir an ihnen gewohnt sind, angestellt wurde, (*qui a encore été suivie par les citogens Clouet et Hachette,*) hebt diese Schwierigkeit völlig. Zugleich entspricht er meinem Wunsche nach einem Mittel, *den Diamanten*, wenigstens theilweise, *in Kohle*, das heifst, *in schwarzes Oxyde des Kohlenstoffs*, (*oxyde noir de carbone,*) *verwandelt darzustellen*, bevor er sich so stark mit Sauerstoff geschwängert hat, um als koh-

*) *Annales de Chimie*, Tom. XXXII, p. 62 — 66.

lenfaures Gas zu verfliegen; *) eine Reduction, welche den Ungläubigſten von meiner Theorie überzeugen muſs.

Man nahm einen rohen, kryſtalliſirten und recht durchſichtigen Diamanten, der 158 Milligrammes wog, legte ihn in eine kleine Kapſel aus Platina, unter eine Art von Gitter aus Platina-Draht, und umſchüttete ihn mit einer Miſchung aus 5 Grammes Thonerde und 15 Decigrammes Kalk. Der Platina-Draht diente, den Diamanten zu hindern, im geſchmolzenen Fluſſe in die Höhe zu ſchwimmen, und dann etwa an der Luft zu verbrennen; und der ganze Verſuch wurde angeſtellt, um zu ſehn, ob der glasartige Fluſs aus beiden Erden auf den Diamanten irgend eine Wirkung äuſsern würde. Durch einen unerwarteten Umſtand blieb dieſes unentſchieden, führte aber der Verſuch zu andern noch mehr belehrenden Reſultaten.

Die Thonerde war nämlich aus Alaun durch Ammoniak gefällt, und wiederholt ausgeſüſst worden, enthielt aber deſſen ungeachtet noch Schwefelſäure; eine Warnung für Chemiker, Thonerde nur dann für rein zu halten, wenn ſie nach der Fällung aus dem Alaun durch Salpeterſäure wieder aufgelöſt, durch ſalpeterſaure Schwererde gereinigt und von neuem präcipitirt, oder bis zur Trockniſs verdampft worden iſt. Die Anweſenheit der Schwefelſäure war nicht zu verkennen, als man,

*) *Annalen der Phyſik*, B. II, S. 400.

nachdem die Kapfel eine halbe Stunde lang im Feuer einer Eſſe mit 3 Gebläſen geſtanden hatte, ſtatt der Verglaſung eine graue, undurchſichtige Schwefelerde, (*ſulphure terreux*,) fand, die ſich gleich durch ihren Geruch verrieth, und bei den Proben, die wir damit anſtellten, alle Eigenſchaften einer Schwefelerde zeigte.

Die Tiegel, (d. h., die Platina-Kapfel, worin der Diamant lag, und der thönerne Tiegel, worein wir dieſe geſetzt hatten,) kamen ganz und wohlbehalten aus dem Feuer, und der Diamant hatte ſich nicht aus der Stelle bewegt. Er war an die untere Fläche der kleinen ſchwefelhaltigen Maſſe wie eingefaſst, unterſchied ſich aber von ihr durch ſeine Ecken und Seiten, und noch mehr durch ſeine ſchwarze Farbe, die er angenommen hatte. Als er losgemacht war, zeigte ſich, daſs dieſer ſchwarze Stoff bloſs die Oberfläche des Diamanten bedeckte, der übrigens in ſeinen Eigenſchaften, ſelbſt in ſeiner Härte, keine Veränderung gelitten hatte, und nach wie vor noch Glas ſchnitt. Sein Gewicht war aber um 58 Grammes, d. h., um mehr als ein Drittel, vermindert worden.

Hieraus kann man folgern: 1. Daſs ſich der *Schwefel*, gerade ſo wie die *Kohle*, vermittelſt des Diamanten entſäuern, (desoxydiren,) läſst, wofern nur die Säure, (*acide*,) in einer chemiſchen Verbindung zurückgehalten wird, welche die zur Säuerung des Kohlenſtoffs nöthige Temperatur auszuhalten vermag.

2. Dafs der *Diamant*, wenn man ihn unter Umſtände bringt, wo er den erſten Grad der Säuerung annimmt, ohne ſich ſogleich in Kohlenſäure zu verwandeln, ſich unter allen Merkmahlen des *Reifsbleies*, ja ſelbſt der *Kohle*, darſtellen läſst. *)

*) In einer Bemerkung zu Guyton's Aufſätzen *über den Diamanten*, (*Annales de Chimie*, T. XXXII, p. 208 — 211,) verweiſt Fourcroy erſt auf dieſelbe ältere Erfahrung über die Wirkſamkeit des glühenden Eiſens auf Diamanten in Macquer's *chemiſchem Wörterbuche*, welche in den *Annalen der Phyſik*, B. III, S. 65 angeführt iſt, und fährt dann fort: „Schon Lavoiſier, der Erſte, der aus dem erhaltenen kohlenſauren Gas auf die Identität des Diamanten und des Kohlenſtoffs ſchloſs, bemerkte an ſeinen ſtark erhitzten Diamanten ſchwarze Flecke. Zwei kleine Diamanten, die ich 1782 in Kapellen unter Muffeln verbrannte, waren, als ich das Verbrennen unterbrach und ſie ſich abgekühlt hatten, ſchwarz, wie mit Ruſs überzogen, ſo dafs ſie ſelbſt beim Reiben auf einem Papiere eine leichte Spur davon hinterlieſsen. Es iſt in die Augen fallend, dafs dieſe ſchwarzen Flecken und der ruſsartige Ueberzug durch Oxydirung des Diamanten entſtehn, der dadurch in den Zuſtand der Kohle überzugehn ſcheint. Guyton hat der wichtigen Entdeckung, dafs der Diamant reiner und ſehr dichter Kohlenſtoff iſt, einigermafsen das Siegel aufgedrückt. Das, was man allgemein unter dem Nahmen *Kohle* verſteht, iſt, wie wir nun wiſſen, in der That nur geſäuerter Kohlenſtoff, (*oxyde de carbone*,) dem faſt immer *Waſſerſtoff*, obſchon in ſehr verſchiedener Menge, beigemiſcht

gemiſcht und beigemengt iſt, und überdies noch alkaliſche oder erdige Salze, ja ſelbſt Waſſer ſchon völlig gebildet, nach Verſchiedenheit der organiſchen Stoffe, von denen die Kohle herrührt, und dem Prozeſſe, der Temperatur, der Geſtalt der Gefäſse u. ſ. w. beim Verkohlen."

Hier noch eine hierher gehörige Bemerkung meines Freundes, des Herrn von Arnim, *über die Farbe der Diamanten.* „Ich kenne keine Unterſuchung, durch welche die Urſache der verſchiedenen Farben der Diamanten, z. B. der nicht ſehr ſeltenen gelben, (etwa ein Metallgehalt?) angegeben würde. Sollten dieſe nicht von einer anfangenden Oxydation des Kohlenſtoffs entſtehen? Ein Verſuch des Herrn Berenard, (ſiehe v. Crell's *Beiträge*, III. B., S. 382,) in welchem durch ſtarkes Feuer ein weiſser Diamant gelb wurde, beſtätigt dieſe Vermuthung. Wer meine Bemerkungen über die chemiſche Natur der Magneten (*Annal.*, III, 48,) gebilligt hat, wird auch darin eine Beſtätigung finden, daſs, nach Brugmann's Beobachtung, die gelben Diamanten ſtärkern Magnetismus als die ungefärbten zeigen, (ſiehe Brugmann's *philoſophiſche Verſuche über die magnetiſche Materie*, S. 292.) Auch d'Arcet und Rouelle, (Rozier *Obſ.*, *Janv.* 1773, p. 17 bis 34, und von Crell's *neueſte Entdeckungen in der Chemie*, II. B., S. 155,) fanden, daſs ein Diamant im Feuer gelblich geworden war." *d. H.*

IV.

Die Wärme als Urſach des Leuchtens nach chemiſchen Erfahrungen betrachtet,

vom

Bürger Dizé. *)

Die Eigenſchaft vieler Körper, Wärme, und einer geringern Zahl, auch Licht hervorzubringen, ſind bekannt. Verſuche, die ich vor einigen Jahren über die Zerſetzung des Glauberſalzes, (ſchwefelſaures Natrum,) zum Behuf einer unweit Paris anzulegenden Fabrik, anſtellte, und die mir neue Erfahrungen über den Wärmeſtoff gaben, beſtimmten mich, über die Natur deſſelben weiter nachzudenken, und fürs erſte auf dem Wege der Erfahrung, dem einzigen ſichern, wo möglich auszumachen: *Ob der Wärmeſtoff verbunden oder iſolirt ſich von der Feuer- und Lichtmaterie unterſcheide?* Die Meinungen über dieſe Weſen, die eine ſo groſse Rolle in Phyſik und Chemie ſpielen, ſind ſo getheilt, daſs faſt jeder Naturkündiger eine eigne hat. Meine Erfahrungen

*) Zuſammengezogen, ohne eben etwas Weſentliches zu übergehen, aus dem *Journal de Phyſique*, T. VI, p. 177 — 200. Einige der hier angeführten Erfahrungen verdienen alle Aufmerkſamkeit; aber die daraus gezogenen Folgerungen möchten wohl nicht jedem bündig ſcheinen.

A.

werden darthun, dafs ſie ein und derſelbe Stoff ſind, nur unter verſchiednen Verhältniſſen betrachtet. Auch Lavoiſier behauptete dieſes, doch waren bisher noch nicht alle Zweifel dagegen durch entſcheidende Verſuche gehoben.

Die Beobachtung Mayer's, dafs *friſch gebrannter Kalk* beim Löſchen leuchte, wurde 1782 von Pelletier beſtätigt, und iſt ſeitdem allgemein bekannt. *Erfahrung* 1. Ich übergoſs gebrannten Kalk, der vor dem Verſuche noch eine Viertelſtunde lang in ſtarkem Feuer erhalten war, ſo dafs er roth ſchien, mit Waſſer, und man ſah, ſobald die Wärmeentwickelung anfing, glänzende Stellen. Soll der Verſuch gelingen, ſo mufs der Kalk gut gebrannt ſeyn, und das Waſſer allmählig immer ſchneller zugegoſſen werden, bis das Leuchten erfolgt. Mancher Kalk giebt dabei eine ſo ſtarke Wärme, dafs brennbare Sachen, mit denen ich ihn überſtreut hatte, verkohlt, manchmahl ſelbſt entzündet wurden. — *Erfahrung* 2 und 3. Mit concentrirter *Schwefelſäure* übergoſſen, gab der gebrannte, vor dem Verſuche geglühte, und nur grob geſtofsne *Kalk*, ein noch viel lebhafteres Licht, und eine ſo heftige Entbindung des Wärmeſtoffs, dafs das Gefäfs ſprang, und dichte Wolken das Laboratorium füllten. Weniger Licht zeigte ſich mit *Salpeter-* und *Salpeterſäure*, und nur ein ſchwaches Leuchten mit concentrirter *Eſſigſäure*. — *Erfahrung* 4. Als dieſe letztern Verſuche in einer gläſernen Retorte, die mit dem pneumati-

schen Apparate in Verbindung stand, wiederhohlt wurden, zeigte sich in der Vorlage nicht eine Spur von Schwefelluft etc., nichts als etwas atmosphärische Luft der Gefäfse, und in der Mittelflasche blofs Schwefelsäure etc., die durch die Wärme verflüchtigt war. Die Säuren wurden dabei gar nicht verändert, erhielten weder Sauerstoff, noch wurde er ihnen geraubt. Das Licht, welches man sah, konnte also keine andere Ursache haben, als das Freiwerden des Wärmestoffs.

Der Kalk ist nicht der einzige Stoff, aus dem sich auf diesem Wege Wärme und Licht abscheiden läfst. — *Erfahr.* 5. *Kaustisches Kali* grob gestofsen und in ein Glas, (das mit Kohlengestüb umlegt war, um die Wärme minder abzuleiten,) geschüttet, entwickelte, als Wasser darauf gegossen wurde, so viel Wärme, dafs ein Thermometer von 0 bis 85° stieg, wobei sich ein lebhafter Kalkgeruch verbreitete. — *Erfahr.* 6. Mit concentrirter *Schwefelsäure* übergossen, zeigte das kaustische Kali noch eine viel stärkere Erwärmung und ein sehr lebhaftes Licht in Funken. Die Hitze war dabei so grofs, dafs die Mischung roth wurde, gleich einer brennenden Kohle, und einige Secunden lang so glühte. Das sich bildende schwefelsaure Kali schmolz und lief über, und das Licht schien viel heller als beim Kalke; doch wurde auch hier, eben so wenig als dort, schweflige Säure erzeugt. — *Erfahr.* 7. *Kali*, das nur zum Theil durch Glühen von der Kohlensäure befreit war, erhitzte sich zwar stark mit Schwe-

felsäure, wobei sich Kohlensäure entband, aber es erschien kein Licht. — *Erfahr.* 8. Es hinderte gar nichts, wenn man auch den Kalk, das Kali und die Schwefelsäure erst einzeln bis zum Nullpunkte des Thermometers erkältete, um ihnen allen freien Wärmestoff zu entziehn, und den Versuch dann sogleich machte; auch dann entstand lebhafte Wärme und Licht. — *Erfahr.* 9 und 10. Um mit möglichster Genauigkeit zu bestimmen, wie viel Wärme bei der Verbindung der Schwefelsäure und dem Kali frei werde, fehlte es mir an einem Calorimètre nach Lavoisier's Art. Ich wollte mir damit helfen, dafs ich die Flasche, worin das Kali war, in zwei in einander gesteckte Trichter stellte, deren Zwischenraum mit Eis ausgefüllt war, sie mit Eis umschüttete, einen Trichter darüber stürzte, auch den mit Eis belegte, über alles einen vierten Trichter stürzte, und nun durch die Oeffnungen der beiden obern Trichter Schwefelsäure zugofs, erhielt aber einen viel zu geringen Wärmegrad. Ich brachte daher einmahl ein zum Wedgwoodschen Pyrometer gehöriges Stück in einem Glase mitten ins Kali, das zweitemahl ein langes Reaum. Thermometer. Die durch 13 Decagrammen ätzendes Kali, und 9,17 Decagrammen Schwefelsäure erregte Wärme betrug nach den ersten Versuchen 3 Grad Wedgwood, nach den zweiten 300° Reaumur.

Folgende Betrachtungen bieten sich uns hierüber dar: *a.* Es war hier Wärmestoff mit den Körpern verbunden; als er frei wurde, erzeugte sich Wär-

me und Licht. *b.* Dem Lichte ging Wärme vorher, es zeigte sich erst bei 300° Reaumur, und wuchs in Verhältnifs der Wärme. *c.* Es scheint der verbundene Wärmestoff mit der freien Wärme einerlei zu seyn. Hieraus kann man also schliefsen, dafs *das Licht eine Eigenschaft der bis* 300° R. *angehäuften Wärme ist.*

Wir kommen jetzt auf *Lichtentwickelungen, wo man bisher keine Wärme wahrnahm*, wie z. B. beim Leuchten des Phosphors und bei den electrischen Funken. — *Erfahr.* 11. Von zwei sehr empfindlichen Thermometern, die beide auf 0,16° standen, wurde die Kugel des einen in einem gläsernen Trichter mit 25 Grammen *Phosphor* in Stückchen umschüttet. Ungefähr nach 2 Minuten fing der Phosphor an weifse Dämpfe zu geben und zu schmelzen; sogleich stieg dieses Thermometer, und allmählig immer höher bis 0,44°. Als aber der geflossne Phosphor oben an der Kugel erhärtete, fiel es wieder bis 0,20°, wo es stehn blieb. Also hat der Phosphor beim Leuchten an der atmosphärischen Luft wirklich gebrannt, und dabei Wärme entbunden. — Ich stellte die ganze Vorrichtung an einen Ort, dessen Temperatur sich nicht beträchtlich änderte, so dafs die sich bildende Phosphorsäure durch den Trichter abflofs, und beobachtete während der 25 Tage, die vergingen, bis alle 25 Grammes Phosphor zerflossen waren, den Stand beider Thermometer täglich dreimahl, Morgens, Mittags und Abends. Das Thermometer im Freien veränderte

ſeinen Stand nur von 0,13° bis 0,19°; das im Phosphor, ſtand beſtändig um einige Hundertel Grad höher; während der 4 erſten Beobachtungen um 0,03, der 5 folgenden um 0,04, der 6 folgenden um 0,07, der 6 folgenden um 0,06, und dann die gröſste Zeit über um 0,03, zuletzt um 0,02, 0,01° höher, und nahm, nach gänzlicher Schmelzung, wieder denſelben Stand an.

Zwar weiſs man, daſs die ſtark condenſirte *electriſche Materie* brennbare Körper erleuchtet und entflammt, die ſchwerflüſſigſten Metalle ſchmelzt, und ſelbſt das Gold verkalkt, allein bisher hatte man noch durch keinen unbezweiflichen Verſuch dargethan, daſs im electriſchen Lichte freie Wärme ſey. *) So oft das electriſche Licht ſtark genug iſt, um ſichtbar zu werden, zeigt es ſich mit der Schnelligkeit des Blitzes, daher es dem gewöhnlichen Thermometer nicht Wärme genug ertheilen kann, um es zum Steigen zu bringen. — *Erfahr.* 12. Ich richtete daher den Apparat ein, welchen Taf. VII, Fig. 2 vorſtellt. Die Glasröhren *M* und *N* wurden ſo weit mit Waſſer gefüllt, daſs es in der letztern bis zur halben Höhe ſtand, darauf die Luft in der

*) Wärme bemerkten bei der Electricität zuerſt Adams und Kinnersley am Luft-Thermometer. (Adams *Verſuch über die Electricität*, S. 211.) Gardini, (*Ueber das electriſche Feuer*, Dresden 1793, S. 62,) fand dies ebenfalls, und viele Verſuche van Marum's bewieſen das gleiche. Gren's *neues Journal der Phyſik*; III. B. S. 1—18. *A.*

Glaskugel *A* genau bis auf 10°, nach einem empfindlichen Thermometer, erwärmt, und dann sogleich der Kork *B* mit fettem Kütte darin luftdicht befestigt. Dies gab ein so empfindliches Luft-Thermometer, dass ein Licht schon in beträchtlicher Entfernung das Wasser in der nach Hundertel- und Tausendel-Graden eingetheilten Röhre *M* um einige Tausendtheilchen in die Höhe trieb. Der Funke aus dem Conductor einer Electrisir-Maschine wurde, mittelst eines Directors, dem in einer Glasröhre durch den Kork gehenden Drahte *k* mitgetheilt, und sprang von diesem auf den Draht *i* über, den eine Kette mit der Erde in Verbindung setzte. Die Temperatur des Zimmers war 0,20°; durch eine schnelle Folge überschlagender Funken wurde das Wasser in der Röhre *M* bis auf 0,24° getrieben, und sank dann sehr langsam wieder zurück. Mehrmahls wiederhohlt, gab der Versuch immer dasselbe Resultat. Die Ladung einer Leidner Flasche mit ungefähr gleich viel Funken trieb das Wasser schnell bis 0,26 oder bis 0,27° hinauf, welches in diesem Falle eben so schnell wieder zurück sank. *)

*) Ueber das Gesetz, nach welchem die Stärke der Wirkung einer electrischen Ladung fortschreitet, vergleiche Cuthbertson's Aufsatz, (*Annalen d. Physik*, III. B., S. 13.) Schon Herr Schmidt bemerkte einen zunehmend beschleunigten Gang am Stande des Electrometers, (Gren's *neues Journal*, I. B., S. 361.) *A.*

Aus diesen Versuchen, die ich alle mehrmahls mit möglichster Sorgfalt anstellte, schliesse ich, dass Wärmeentwickelung immer dem Lichte vorhergeht, dass daher das Licht keine eigenthümliche Materie, sondern nur eine Eigenschaft des Wärmestoffs ist, die zwar jedem Molecül des freien Wärmestoffs einzeln zukömmt, sich aber nur nach Anhäufung dieser Molecüles bis auf einen bestimmten Grad den Augen zeigt. *)

Der Wärmestoff ist in einem steten hin und her fliessen. So wie er frei wird, streben seine leuchtenden Molecülen, sich von einander zu entfernen, und bewegen sich dahin, wo sie am stärksten angezogen werden, d. h. nach der Sonne. Haben sie sich hier so stark angehäuft, dass ihre Repulsiv-Kraft die Kraft, welche sie anzog, überwiegt, so werden sie zurückgestossen, zerstreuen sich in die andern

*) Ein Versuch Davy's, (*Contribut. to physical and medical knowledge collected by Beddoes*, Bristol 1799, p. 9. 10,) der ganz der Dizéschen Meinung entgegen ist, verdiente wohl wiederhohlt zu werden. Er drückte ein Flintenschloss im fast luftleeren Raume ab, bemerkte durchaus keinen Funken, und fand doch unter dem Mikroskope an den abgeschlagenen gesammelten feinen Eisenstücken sichere Kennzeichen der Schmelzung. Er hat nicht angegeben, wie diese Kennzeichen waren. Als Electrometer könnte vielleicht der Apparat unsers Verfassers, besonders mit verschiedenen Gasarten gefüllt, merkwürdige Resultate liefern. *A.*

Körper nach Verhältnifs ihrer Maſſe, werden eben durch ihre Repulſiv-Kraft im Raume vereinzelt, ſo daſs ſie nicht mehr leuchten, und folgen dann wieder der anziehenden Kraft der Sonne, welche auf dieſe Art die immerwährende Werkſtätte leuchtender Wirkungen iſt. — Eine gleiche Bewandtniſs hat es mit den künſtlichen leuchtenden Wirkungen des concentrirten Wärmeſtoffs, die wir durch mechaniſche oder chemiſche Mittel bewirken. So wie das Sonnenlicht, wärmen und erleuchten ſie, verbreiten Strahlen umher, welche ſich durch Spiegel zurückwerfen laſſen, und erhellen dunkle Gegenſtände; und das von dieſen erleuchteten Objecten zurückgeworfne Licht bringt, eben ſo wenig als das Mondlicht, Wärme hervor, weil die Molecülen des Wärmeſtoffs darin allzu wenig concentrirt ſind, um auf die Empfindung zu wirken. *)

A. v. A.

*) *Les molécules du calorique, qui nous parvient de la Sune, ſont trop écartées entr'elles, pour produire une ſenſation de chaleur.* Wie Dizé dieſes mit ſeiner Hypotheſe S. 414 und 417 vereinigen kann, ſehe ich nicht recht ab. *d. H.*

V.

ELECTRISCHE VERSUCHE

von

ALDINI,

Prof. der Phyſik auf der Univerſ. Bologna. *)

Zuerſt unterſucht Aldini, ob die *Flamme* ein Leiter in der galvaniſchen Kette iſt. So mannigfaltig er auch ſeine Verſuche mit Hülfe des Herrn Malagrida abänderte, ſo erhielt er doch nie Muskelbewegung, wenn er eine unterbrochene Kette durch eine Lichtflamme verband. Deſſen ungeachtet war er durch verſchiedene Verſuche überzeugt, daſs die Flamme ein guter Leiter der Electricität ſey. Denn gehören gleich die Stoffe, welche ſie bilden, das Oehl und die Luft, zu den Nichtleitern, ſo werden ſie doch, eben ſo wie Glas, durch die Wärme in Leiter verwandelt. Der Director Moscati gab zu einigen Verſuchen, die Aldini deswegen anſtellte, Veranlaſſung. Er wählt einen Leiter, der, (mit der Erde verbunden,) nur ungefähr um eine Linie unterbrochen war. Auf das erſte Stück ſtellte er ein Bennetſches Electrometer, dem Electricität zugeführt wurde, und zwiſchen beide brachte er eine Lichtflamme. Das Electrometer blieb ruhig. Er entfernte ſie bis auf

*) Zuſammengezogen aus den *Annali di Chimica d.* S. Brugnatelli, Tom. XIII, p. 135—154.

einen Zoll, und noch blieb alles ruhig; ein Zeichen, dafs die Flamme sehr gut, ja noch besser als Metall leitet. Sobald er sie aber ganz hinwegnahm, divergirte das Electrometer sogleich sehr stark. Dies läfst sich auf die galvanischen Erscheinungen anwenden. Hier hebt die Flamme die Bewegung des Electrometers, dort des Muskels auf, weil sie den Durchgang der animalischen Electricität nicht aufhält; in beiden Fällen, weil sie macht, dafs sich die Electricität zerstreuet, und dadurch bei den galvanischen Erscheinungen die zum Versuche nöthige Circulation, ohne welche keine Bewegung möglich ist, aufhebt.

Zunächst folgen einige Versuche über die *Kleistische Flasche.* Aldini hatte verschiedene gläserne Röhren, von denen einige auf einer, andere auf beiden Seiten zugeschmolzen, einige ganz, andere bis auf zwei Drittheile ihrer Länge mit Wasser angefüllt waren. Von diesen umfafste er eine unten mit der Hand, und belegte sie von aufsen, oben, etwas über der Stelle, wo im Innern die Flüssigkeit aufhörte, mit Metallbelegung. Diese näherte er dem Conductor einer Electrisir-Maschine, und lud sie; sobald er nun den belegten Theil anfafste, erhielt er einen beträchtlichen Schlag.

Es ist unläugbar, dafs sich diese Flaschen wesentlich von den gewöhnlichen unterscheiden, indem hier die innere Fläche mit der äufsern in gar keine leitende Verbindung kommt; sie lassen sich aber sehr leicht durch Vergleichung mit doppelten

Flaſchen, wo zwei gewöhnliche Flaſchen eine in die andere geſetzt werden, erläutern, bei welchen man auch einen Schlag erhält, ſobald die äuſsern Belegungen beider Flaſchen berührt werden. Wird die Metallbelegung poſitiv electrifirt, ſo wird das Waſſer, ſo weit die Belegung geht, negativ. Es wird aber nur negativ, indem es ſeine natürliche Electricität dem Waſſer unter der Belegung abtritt; dieſes wird daher poſitiv und bringt in der andern Seite des Glaſes, welche die Hand berührt, eine negative Ladung hervor.

Bei dieſer Gelegenheit bemerkte Aldini, daſs die Dünne des Glaſes viel zur Schnelligkeit, womit es ſich laden läſst, beiträgt. Er konnte eine ſehr dünne Glaskugel, welche vor der Löthlampe geblaſen war, ohne Metallbelegung ſchwach laden, und eben ſo die vorher erwähnten Verſuche auch ohne Metallbelegung machen. Daſs wenig Ladung ſtatt findet, ſobald der, welcher die Röhre hält, iſolirt iſt, verſteht ſich. Bei Leuchtröhren mit Queckſilber bemerkte Aldini oft ſchwache Erſchütterungen, und glaubt dieſes nun ſehr leicht erklären zu können.

Auch die bekannten *Lichtenbergiſchen Figuren* machte er zum Gegenſtande ſeiner Unterſuchung. Er fand, daſs, wenn er verſchiedene Arten von Pulver, ſie mochten aus dem Mineral-, Pflanzen- oder Thierreiche genommen ſeyn, auf einen Harzkuchen warf, jedes derſelben ihm verſchiedene Erſcheinungen darbot. Machte er poſitive Punkte mit der Flaſche auf dem Kuchen, und ſtreute

Mennige, (rothen Bleikalk,) darauf, so bildeten sich Sterne; negativ hingegen electrisirt, bildeten sich zirkelrunde Figuren. Werden Mennige und gepulverter Schwefel in gleichen Theilen vermischt, und die Fläche positiv electrisirt, so setzt sich dieser sternförmig an, der Mennig wird dagegen ohne Ordnung zerstreuet. Wird umgekehrt die Fläche negativ electrisirt, so setzt sich der Mennig in regelmäfsigen Zirkeln, der Schwefel in Unordnung an. So wurde der Mennig, der allein beiden Electricitäten gleich geneigt war, in dieser Verbindung von der negativen eher als von der positiven Electricität gezogen.

Darauf wurden auf einem Harzkuchen abwechselnde positive und negative Punkte gemacht, und ein Gemisch aus gepülvertem Berg-Krystall und Schwefel darauf gestreuet. Sogleich trennten sich beide; eins machte Sterne, das andere Zirkel. Ein Gleiches erfolgte beim Zusammenmischen von Kupferfeil und Bleiweifs; von Antimonium und Messingfeil; von Mennig und gewöhnlichem Mehle. Es ist gut zur leichteren Unterscheidung, die Gemische von verschiedenen Farben zu machen. Das Pulver zwischen den negativen und positiven Punkten nimmt völlig unregelmäfsige Figuren an.

Bestreuet man einen dünnen Harzkuchen oder eine Glastafel mit einem Pulver, und setzt an verschiedenen Orten den Knopf einer positiv geladenen Flasche auf, so wird das Pulver zurückgestofsen; und entfernt man nun die Flasche, so werden sternför-

mige Figuren ſichtbar. Sind Harzkuchen einigemahl ſo electrifirt, ſo behalten ſie dieſe Electricität lange.

Der Profeſſor Galvani ermunterte Aldini, auch *flüſſige Körper* zu dieſen Verſuchen zu gebrauchen. Er legte eine runde Metallſcheibe auf einen Harzkuchen, und umgab dieſen mit einem Oehlſtriche. Sobald er jetzt die Metallſcheibe poſitiv electrifirte, breitete ſich das Oehl aus und bildete umher eine Art von Sonnenſtrahlung. Auf denſelben Kuchen legte er noch eine Metallſcheibe, ganz der erſten ähnlich, electrifirte ſie poſitiv, und ſogleich ließ ſich eine ähnliche Umſtrahlung ſehen; beide berührten ſich indeſs nicht. Sobald aber die eine der beiden Belegungen, (Scheiben,) negativ electrifirt wurde, ſuchten ſich die Oehlſtrahlen einander zu nähern, und floſſen dann, wo ſie ſich berührten, in einen Strahl zuſammen; eine Wirkung der Tendenz beider Arten von Electricität zum Gleichgewichte. Noch erwähnt Aldini hier das Aufblähen des auf eine electrifirte Flüſſigkeit gegoſſenen Oehls und einiger ähnlicher Erſcheinungen, wobei er an die bekannte Plinianiſche Erzählung von dem Stillen des empörten Meeres durch aufgegoſſenes Oehl erinnert.

„Da nun unſre künſtliche Electricität", ſagt Aldini, „ſo ſehr auf gewiſſe beſtimmte Formbildung hinwirkt, warum ſoll denn nicht die natürliche Electricität eben das leiſten? So wie wir dort bei den Pulvern bald eine ſternförmige ſtrah-

lige Gestalt, bald eine kugelartige, bald eine unregelmäfsige bemerkten; so finden wir es auch beim *Schnee*. Sollten wir da nicht auf Gleichheit der Ursache schliefsen dürfen?" Wer kann überdies wohl noch, so wie überhaupt an dem Einflusse der Electricität auf die meisten meteorologischen Erscheinungen, so auch insbesondere an dem Einflusse derselben bei der Bildung des Schnees zweifeln? Guyton, Morveau's Bemerkung von der Fähigkeit der Electricität, in gewissen Fällen Kälte hervorzubringen, bestätigt uns darin. So sah man in Bologna im Februar bei einem plötzlich eingefallenen mit starkem Schnee begleiteten Froste, Blitze, und hörte Donner. Im März darauf sah man häufige Blitze und der Frost vermehrte sich. Aufserdem hat man noch viele Beispiele in Chalons u. s. w., wo Schnee von Blitzen *) begleitet war."

„Doch giebt es noch andere Bestätigungsgründe. Man hat bemerkt, dafs immer, wenn der Schnee in Sternform fällt, er nach Art eines Sechsecks mit sechs gleichen Strahlen gebildet ist, die mit einander Winkel von 60° einschliefsen. Diese Beobachtung des Erasmus Bartholinus vom Jahre 1661 **) wurde von Cassini und Musschen-

*) Eine ähnliche Erscheinung wurde im vorigen harten Winter in Halle von vielen beobachtet. *A.*

**) Erasmi Bartholini *Disq. de figura nivis*, Havn. 1660. 8. Vergl. Mairan in der *Abhand-*

broek bestätigt; Aldini selbst machte sie oft. Dies aus einer besondern Vorliebe für das Sechseck, nach dem Beispiele der Alten, zu erklären, wäre keine Auflösung der Schwierigkeit, sondern eine neue Vermehrung derselben; es könnte auch darüber leicht das Fünfeck eifersüchtig werden. Beccaria wollte diese sechseckige Figur des Schnees aus geometrischen Gründen erklären. Wenn man sich nämlich die Dünste in einer Ebene der Wolken in gleichen Entfernungen vertheilt denkt, so kann jeder Dunst als von concentrischen sechseckigen Reihen von Dünsten umgeben gedacht werden, so dass, wenn der Dunst im Centro mit verschiedener Electricität, als die übrigen, versehen ist, er die nahen umgebenden Dünste anzieht. Allein die geometrische Erklärungsart würde ganz ohne Sinn seyn, wäre nicht eine physische Ursache mit hineingewebt, welche man in der Verschiedenheit der Electricität der Dünste erkennt; und ohne gerade Anwendung auf den Vater der Electricitäts-Lehre in Italien machen zu wollen, erinnert Aldini hier an Mairan's Bemerkung gegen Cartesius, dass man durch Geometrie allein nicht alle Erscheinungen erklären könne, sondern zu gewissen feinen Flüssigkeiten seine Zuflucht nehmen müsse. Beccaria hat keinesweges die Art gezeigt, wie

lung vom Eise, Leipzig 1752, S. 130 Mairan sagt, Bartholini habe hierin nur die Entdeckung des Cartesius bestätigt. *A.*

jene sechsstrahligen Sterne gebildet werden; und dies ist daher der Gegenstand der folgenden Nachforschungen.

Auf dem Electrophor wurden positive Punkte gemacht und Pulver aufgestreuet; sogleich erschienen Sterne, welche 12, 18 und 24 Strahlen hatten: wurde aber die Flasche nur schwach geladen, so zeigten sich nur 6 Strahlen, die in ihrer ganzen Bildung dem Schnee völlig ähnlich waren. Auch, als darauf einzelne Tropfen Oehl auf das Electrophor gespritzt, und eben so wiederholt Funken auf ihren Mittelpunkt geleitet wurden, nahmen diese Tropfen sogleich eine sechseckige Figur an.

So wäre denn durch *neue Versuche jener Einfluss der Electricität auf die Bildung des Schnees bestätigt.* Man muss sich dabei erinnern, dass nur sehr geringe Electricität erfordert wird, um jene Staubfiguren hervorzubringen. Nur *ein* electrischer Zustand kann zu gleicher Zeit in der Atmosphäre seyn, und daher sieht man zu einer Zeit immer nur *eine* der Schneearten herabfallen, nie die verschiedenen Arten Schnee und Hagel zugleich vermischt.

Folgerungen hieraus sind: 1. Der Einfluss der Electricität auf die chemischen Abscheidungen. Schon Bergmann hat das kohlensaure Gas aus der Atmosphäre durch den electrischen Funken abgeschieden. Es wäre wünschenswerth, wenn diese Versuche über mehrere Stoffe ausgedehnt würden.

2. Die Electricität theilte und verband die Mengungen. Es ſcheint daher eine gewiſſe Wahlanziehung ſtatt zu finden, nach welcher ſie den einen Körper ſtärker als den andern anzieht; und hierüber müſſen Tafeln verfertigt werden.

3. Unſre künſtliche Electricität bildet Sterne, Zirkelflächen und unregelmäſsige Figuren; eben ſo die natürliche bei der Bildung des Schnees. So können nun die Phyſiker unmittelbar aus der Geſtalt des Schnees auf die Art der Electricität, welche ihn bildet, ſchlieſsen.

4. Das bekannte Geſetz der Anziehung gleich electriſirter Körper und der Abſtoſsung ungleich electriſirter, iſt nun auch für flüſſige Körper durch die Verſuche mit dem Oehle bewieſen.

A.

VI.

Ueber

die chemiſche Wirkung der Metalle auf einander, bei der gewöhnlichen Temperatur der Atmoſphäre,

von

FABRONI. *)

Der von Sulzer beobachtete eigenthümliche Geſchmack auf der Zunge bei der Berührung zweier Metalle, iſt zu den galvaniſchen Erſcheinungen gerechnet worden. Fabroni läugnet, daſs dieſe Erſcheinungen überhaupt, und insbeſondere jener Geſchmack, von dem unbekannten electriſchen Feuer abhängen, und glaubt den Beweis davon in folgenden neuen Beobachtungen zu finden, die er im Jahre 1792 der Akademie zu Florenz vorlegte, die aber jetzt erſt gedruckt erſcheinen. **)

Er bemerkte, daſs mehrere Metalle, wie Queckſilber, Blei, Zinn, ungemiſcht ihren Metallglanz lange behalten, hingegen vermiſcht ſehr bald oxydirt werden. Medaillen von reinem Blei mit etruſciſchen Inſchriften hatten ſich vollkommen erhal-

*) *Journal de Phyſique*, Tome VI, p. 348 — 357. *Bulletin des ſciences*, an 7, No. 29, p. 35, 36.

**) Das Reſultat ohne Verſuche theilte er Hrn. B. R. v. Crell in einem Briefe mit. *Chemiſche Annalen*, 95, II. B., S. 503. *A.*

ten, indefs viel neuere, mit Zinn, vielleicht auch mit etwas Arfenik gemifchte, Medaillen, ganz in ein weifses Oxyd zerfallen waren.

Selbft die blofse Berührung zweier verfchiedener Metalle befördert die Oxydation. Dies kann man leicht an der Löthung der Kupferplatten auf dem beweglichen Dache der Sternwarte zu Florenz bemerken, wo diefe Löthung bei der Berührung mit dem Kupfer in ein weifses Oxyd verwandelt worden. Auch bemerkte man in England, dafs an den Schiffen, wo das Kupfer durch eiferne Nägel angefchlagen war, die Löcher fich bald fo erweiterten, dafs die Köpfe der Nägel durchgingen.

Fabroni glaubt alle diefe Erfcheinungen der gegenfeitigen Wirkung der Metalle auf einander zufchreiben zu müffen, die zwar im Fluffe derfelben ftärker, aber, in geringerm Grade, auch, wenn fie noch feft find, fich wirkfam zeigt. So durchdringt im Eifenbleche das Zinn die Eifenplatten, ohne dafs diefe bis zum Fluffe gebracht zu feyn brauchen. Ueberhaupt ift es nur die Kraft der Cohäfion, welche die Metalle verhindert, fich mit einander zu verbinden, fo wie es diefe auch wohl feyn kann, welche fie verhindert, fich fchnell zu oxydiren. Zur Beftätigung dient das Queckfilber, welches nur einer Zertheilung im Waffer durch Schütteln bedarf, um fich zu oxydiren. In der Berührung wird durch die gegenfeitige Anziehung die jedem eigenthümliche Cohäfion gefchwächt, und dadurch ihre Verwandtfchaft gegen das Oxygen wirkfamer.

Wenn man die ſchnelle Wirkung zweier Metalle auf die Zunge, einem beſondern Fluidum oder dem electriſchen, wie Galvani, Aldini und Volta, zuſchreibt; ſo vergaſs man, daſs auch die chemiſche Wirkung beider Stoffe im Augenblicke der Berührung geſchieht. Die Zeichen von Electricität, die man bei der Berührung zweier Metalle fand, ſind eher Folge als Urſach dieſer Erſcheinungen; denn bekanntlich ſtören die meiſten chemiſchen Veränderungen das electriſche Gleichgewicht, und man wird, weil ſchmelzender Schwefel, Chocolade u. ſ. w. Spuren von Electricität zeigten, darum noch nicht Electricität als Urſach ihrer Schmelzung angeben. Wenn daher auch electriſche Wirkungen bei den galvaniſchen ſich zeigen, und vielleicht auch bei dem Sulzerſchen Verſuche nothwendig ſind; ſo ſind ſie doch hier nicht die Urſach des Geſchmacks. War die Zunge ſehr trocken, ſo fand Fabroni dieſen Geſchmack beim Sulzerſchen Verſuche faſt unmerklich.

Fabroni legte in zwei Gläſer in jedes eine verſchiedene Art Metall; in ein drittes legte er beide, aber durch eine Glasplatte getrennt; in ein viertes beide in Berührung mit einander: alle Gläſer waren voll Waſſer. In den Metallen der drei erſten Gläſer bemerkte er keine Veränderung, hingegen im vierten war das oxydirbarere Metall ſtark mit Oxyd überzogen, und beide hingen feſt zuſammen. Das Waſſer nahm hierbei einen metalliſchen Geſchmack an, doch konnte durch kein Reagens das Metall wahrgenommen werden. Es iſt daher ſehr klar,

dafs der Sulzerfche Gefchmack einer chemifchen Wirkung feine Entftehung verdankt. Die Wärmeentwickelung bei diefer chemifchen Wirkung ift zu geringe, um wahrgenommen zu werden; die Lichtentwickelung hingegen kann man bemerken, wenn man ein Stück Silber in den Mund, und ein Stück Zinn auf den Augapfel hält, und dann beide verbindet. Man fieht ein Licht, welches wegen der Gewohnheit, auch wenn man die Berührung nicht aufhebt, verfchwindet. Denn um fich zu überzeugen, dafs der Lichtzuftand während der Verbindung der beiden Metalle fortdauert, mufs man den Verfuch im Dunkeln anftellen, wo nach Aufhebung der Verbindung eine gröfsere Finfterniís im Auge wahrgenommen wird. Den Blitz, den Einige zu bemerken glauben, wenn fie das obere Zahnfleifch mit der Zunge durch zwei Metalle verbinden, glaubt Fabroni durch einen convulfivifchen Eindruck hervorgebracht; ihm und mehrern Andern gelang der Verfuch nicht. *)

Die Oxydation der Metalle erfordert, nach Fabroni, nicht blofs die Gegenwart des Waffers, fondern auch der Luft, um dem Waffer fo viel Sauerftoff zuzufetzen, dafs das Metall ihm diefen entzieht. Schliefst man die beiden Metalle in ein hermetifch

*) Der Verfuch ift mir noch nie fehl gefchlagen; er beweift fehr gut, dafs die Behauptung des Verfaffers, das Licht fey blofs im Anblicke der Oxydation des Metalls gegründet, falfch fey. A.

verſchloſſenes und mit Waſſer gefülltes Glas, (von Flintglas,) ein, ſo verkalkt ſich zwar das Zinn, aber das Blei im Flintglaſe wird desoxydirt, ſo daſs das Glas ſich ſchwärzt, gerade, als wenn man Waſſerſtoffgas darin glüht. Dieſer Verſuch muſs mit einem andern zuſammengeſtellt werden, wo das Eiſen, in Waſſer getaucht, dieſes nicht zerſetzt, wenn rothes Blei-Oxyd darin liegt, ſondern dem Blei-Oxyd einen Theil des Sauerſtoffs raubt. Macht man den Verſuch mit der Verkalkung zweier Metalle an einem ruhigen Orte, ſo ſieht man auf der Oberfläche des Waſſers eine dünne Haut von der Gröſse des unten liegenden Metallſtücks ſchwimmen; dies ſcheint die dabei zur Uebertragung des Sauerſtoffs thätig geweſenen Waſſerfäulen zu bezeichnen.

Die Phyſiker, welche die Sulzerſchen Erſcheinungen der Electricität zuſchreiben, glauben dieſe Meinung dadurch zu beſtätigen, daſs man ſie auch noch bei ziemlich langen Ketten wahrnimmt. Fabroni fand aber den Unterſchied, daſs dieſe Kette auf 6 bis 7 Mètres begrenzt ſey, da hingegen die electriſchen unbegrenzt ſind. Wären überdies jene Sulzerſchen Verſuche electriſchen Urſprungs, ſo müſsten ſie nur augenblicklich ſeyn; das Licht hingegen, ſo wie der Geſchmack, iſt fortdauernd, wie bei der chemiſchen Einwirkung zweier Körper auf einander; ja die Oxydation iſt ſogar genau im Verhältniſſe der Zeit. Die Sulzerſchen Erſcheinungen müſsten dann ferner bei allen Metallen, wie ſie auch zu einander ſich verhalten mögen, wahrgenommen

werden. Dagegen fand Fabroni viele Verbindungen, die ohne Wirkung blieben, andere, die sehr stark wirkten. — So ist Silber im Auge, Gold auf der Zunge, durch Kupfer beide verbunden, unwirksam; hingegen Silber auf der Zunge, Eisen im Auge, und Kupfer verbindend, sehr wirksam, u. s. w.

Er glaubt, dass der Wasserstoff aus dem zersetzten Wasser sich mit dem Metall-Oxyd verbinde; die octaedrischen Krystalle, die sich auf dem Zinne in seinen Versuchen bildeten, hält er deswegen für hydrogenirtes Zink-Oxyd, da das Wasserstoffgas mehrere Metalle, wie Eisen,*) Zink, Arsenik, auflöst, und das Zink-Amalgama Wasserstoff enthält, welches man durch Hülfe der Wärme daraus entwickelt. Auch fand er, als er einst Zinn und Silber in Alkohol sich berühren liefs, auf dem Silber grünliche Parallelepipeda, worin wahrscheinlich Kupfer aus der Silbermünze war. Im Ammoniak bildeten sich keine Krystalle; er löste nur etwas Kupfer auf.

Fabroni schliefst mit der Vermuthung, dass, da in allen diesen Fällen eine chemische Wirkung statt fände, auch in den meisten galvanischen Erscheinungen der Stimulus, welcher auf die thierischen Theile so mächtig wirkt, einer solchen chemischen Veränderung zugeschrieben werden müsse.

A.

*) Vergl. *Ann. d. Ph.*, III, S. 87. *A.*

Anmerkungen

zur Geſchichte der von Aldini *und* Fabroni *in den vorhergehenden Aufſätzen beſchriebenen Verſuche,*

von

L. A. von Arnim.

Die Unbekanntſchaft des gröſsern Theils der italiäniſchen Gelehrten mit den Arbeiten ihrer Nachbarn, eine Unbekanntſchaft, die mehr in dem ſchlechten Zuſtande des Buchhandels, (ein Hinderniſs, welches in Rückſicht ausländiſcher Werke ſelbſt unſre eifrigſten Literatoren nicht ganz überwinden können,) als in ihrer Abneigung gegen dieſelbe ihren Grund hat, iſt eine genugſame Entſchuldigung Aldini's, wenn er in ſeinem Aufſatze viele ältere Erfahrungen als neu beſchrieben, und deswegen hier eine kurze Bemerkung nothwendig gemacht hat.

Schon Herr von Humboldt, (*Ueber die gereizte Muskel- und Nervenfaſer*, I. Th., S. 438; *Die Verſuche der franzöſiſchen Naturforſcher, überſetzt in* Ritter's *Beiträgen zur nähern Kenntniſs des Galv.*, I. B., S. 98,) hat alle Beweiſe dafür geſammelt, daſs die *Flamme* ein vollkommner Leiter der Electricität, und ein Nichtleiter der galvaniſchen Kette ſey. Von der Einſchränkung, die jene Behauptung erleiden muſs, iſt hier nicht der Ort zu reden. Das *Laden kleiner Glasflächen ohne Bele-*

gung ist nicht neu, und schon von den Verfassern *der Materialien für Electriker*, (Halle 1795, I. Th., S. 91,) wahrgenommen. Die Wirkung der *Dicke des Glases* zu belegten Flaschen ist sehr lange schon bekannt gewesen. Herr Bohnenberger, (*Beitr. zur theoret. und practischen Electricitäts-Lehre*, I. St. Stuttg. 1793, S. 1, II. St. 1793, S. 11,) hat gute Erfahrungen darüber mitgetheilt. — Der Versuch über die Trennung eines Gemenges aus Mennige und Schwefel ist schon von Herrn Villarsy zu Chalons, (*Journ. général de France*, 1788, No. 9; in Lichtenberg's *Magazin*, I. B., 4. St., S. 176,) angestellt, von Herrn Kortum bestätigt, (Lichtenberg's *Magazin*, X. B., 1. St., S. 1—15,) und mit einer Reihe interessanter Versuche über die Electricität, welche Pulver in verschiedenen Sieben geschüttelt, annehmen, begleitet worden. — Ueber den Einfluss der Electricität auf die *Bildung des Hagels* hat schon Herr Seiferheld, (*Electrischer Versuch, wodurch Wassertropfen in Hagelkörner verändert werden.* Altdorf und Nürnberg 1790. 8vo, Einen Auszug daraus findet man in Voigt's *Magazin*, VII. B., 2. St., S. 45;) über den Einfluss auf die Krystallisation des Wassers Herr Böckmann, (*Kleine Schriften*, Carlsruh 1789, S. 145 — 174,) und einige andere Versuche beschrieben. — Den *Oehlversuch*, wenn gleich nicht so vollkommen wie Aldini, beschreibt schon Marat, (*Physische Untersuchungen über die Electricität*, Leipzig 1784, S. 62.) Nur die Beobachtung über die Zahl der Strahlen, bei

dieſem ſowohl wie bei den Verſuchen mit Oehl, habe ich nirgends gefunden; ſie iſt ganz beſonders der Aufmerkſamkeit der Phyſiker zu empfehlen.

Fabroni hat durch die Verſpätung der Bekanntmachung ſeiner Abhandlung um 7 Jahre, ein entgegengeſetztes Schickſal wie Aldini gehabt. Andere ſind ihm in der Zeit zuvorgekommen, wenn gleich ſeine Abhandlung noch viele neue, höchſt wichtige Beobachtungen enthält. Die Beförderung der Oxydation durch die Berührung verſchiedener Metalle machte ſchon Herr Aſch in einem Schreiben vom Jahre 90 dem Hrn. v. Humboldt, (*Ueber die gereizte Muskel- und Nervenfaſer*, I. Th., S. 472,) bekannt, und dieſer beſtätigte ſie, (S. 474, 475.) Das ſchnellere Verkalken der Metallgemiſche kannte ſchon Prieſtley. (*Verſuche und Beobacht.*, Leipzig 1780, S. 119.) Daſs das Licht beim Verbinden der Metalle nicht wie ein Blitz im Auge vorübergehe, ſondern einen anhaltenden erhöheten Lichtzuſtand im Auge hervorbringe, machte Herr Ritter, (*Beweis, daſs ein beſtändiger Galvanismus den Lebensprozeſs in dem Thierreiche begleite*, Weimar 1798, S. 84 und folg.,) bekannt, aber er bemerkte auch auſserdem eine relative Finſterniſs, (daſ., S. 89,) wenn er die Ordnung der Metalle in der Kette umkehrte, das Silber an das Auge, das Zinn an die Zunge legte. Die Nothwendigkeit der Gegenwart der Luft zur Zerſetzung des Waſſers bemerkte ſchon Scheele, (*Phyſiſche und chemiſche*

Werke, gesammelt von Hermbstädt, I. B., S. 120.) Dass die Kette beim Sulzerschen Versuche auf 6 bis 7 Mètres begrenzt seyn sollte, ist wohl noch etwas zu bezweifeln; die galvanischen sind von ihrem Erfinder um ein Haus geleitet worden. Dass die octaedrischen Krystalle hydrogenirtes Zink-Oxyd gewesen, ist, (wie man sieht,) eine durch gar keine Untersuchung begründete Annahme; sie hätten aber wohl verdient, von Herrn Fabroni genau untersucht zu werden.

VII.

Ueber die verſchiedenen Zuſtände, in welchen der Lichtſtoff vorkommt,

von

BRUGNATELLI. *)

Man muſs drei verſchiedene Zuſtände des Lichts unterſcheiden: erſtens, *chemiſch gebundenes* Licht; zweitens, bloſs *angehäuftes* und auf eine mechaniſche Art eingemiſchtes, doch *unſichtbares* Licht; drittens, Licht, welches in den Körpern *auf eine ſichtbare Art angehäuft* iſt.

Das *chemiſch gebundene* Licht trennt ſich von den Körpern nur im Gefolge einer Wahlverwandtſchaft. *Stickgas*, *Phosphor*, *Schwefel* u. ſ. w. enthalten das Licht in dieſem Zuſtande. Aus mehrern ſolcher Materien entbindet ſich das Licht, wenn man ſie bis auf einen gewiſſen Grad erhitzt, wie Wedgwood durch Verſuche dargethan hat. Streuet man etwas von ihnen in Geſtalt eines Pulvers auf eiſerne Platten, oder auf Sand und Thon, die bis zum Glühen erhitzt ſind, ſo erſcheint jedes einzelne Körnchen wie ein Feuerfunken. Brugnatelli hat ſich überzeugt, daſs es nicht einmahl immer der Annäherung an einen *glühenden* Körper be-

*) Ausgezogen aus einer Abhandlung in deſſen *Annali di Chimica* etc., Tom. XIII, No. 13, Pavia 1797, vom Bürger van Mons.

darf, um das Licht solcher Materien, durch ihre Vereinigung mit dem Wärmestoffe, zu entbinden; ein Zeichen, wie er glaubt, dass es nicht die glühenden Platten sind, welche in jenem Falle das Licht, das sich zeigt, hergeben. Manche Materien, besonders solche, die sich bei diesem Grade von Hitze zersetzen, glänzen nicht einmahl, wenn man sie auf *glühende* Körper fallen lässt, wie z. B. *schwefelsaures Kali.* — *Schwarzer Braunsteinkalk* glänzt sehr lebhaft, wenn man ihn auf eine recht heisse, doch nicht glühende Eisenplatte wirft. Eben so *salzsaures Queckssilber, grauer Queckssilberkalk, grauer Spiessglaskalk*, alle *kalkige Salze, Flussspath, Magnesia, schwefelsaures Ammoniak* von seinem Krystallisations-Wasser befreiet, *kohlensaures Kali*, u. s. f. Feiner *Zucker* und *Milchzucker*, die recht trocken und zerstossen sind, glänzen selbst auf einem blos erwärmten Eisen sehr lebhaft, indess sie auf glühendem Eisen gar keinen Schein verbreiten. *Federn, Baumwolle* und *Wolle* leuchten, wenn man sie über ein heisses Eisen leicht wegführt, und auch die Augen einer *Spielkarte* schimmern unter diesen Umständen matt. *Kampher* und *Chokolade* auf ein solches Eisen geworfen, bilden leuchtende Dämpfe. — *Sublimirter Zinkkalk*, halb *verglastes Blei*, und *salzsaures Ammoniak* geben dagegen in diesem Falle nicht das mindeste Licht. — Auch mehrere *Flüssigkeiten*, auf heisses Eisen gegossen, zeigen ähnliche Wirkungen. *Terpentin-Oehl* leuchtet unter diesen Umständen merklich. Eben so die *fetten*

Oehle, *Schweiſs*, *Wachs*, *Fett* u. ſ. f. — *Weingeiſt*, *Aether* und die *Säuren* geben hingegen nicht den mindeſten Schein.

Die atmoſphäriſche Luft hat auf dieſe Erſcheinungen des Leuchtens nicht den mindeſten Einfluſs, da ſie auf dieſelbe Art im luftleeren Raume, im Waſſerſtoffgas, im kohlenſauren Gas u. ſ. f. erfolgen. Ja, mehrere Materien entbinden ſogar ihr Licht, wenn man ſie in Schwefelſäure oder in ſiedendes Oehl taucht. — Bei demſelben Grade von Erwärmung entbinden aber verſchiedene Materien in allen dieſen Fällen eine ſehr verſchiedene Menge von Licht.

Bei Körpern, die Licht *im zweiten Zuſtande*, d. h., *ein bloſs angehäuftes und auf eine mechaniſche Art mit ihnen verbundenes, doch unſichtbares Licht* enthalten, bedarf es einer bloſsen Annäherung ihrer Theile, um dieſes Licht frei zu machen. Auf dieſe Art wird das Licht gleichſam ausgepreſst aus dem leuchtenden *Queckſilber im Barometer*, aus dem *ſchwefelſauren Kali* und aus andern Salzen, die, im Augenblicke des Kryſtallifirens geſchüttelt, leuchten, aus dem *phosphoreſcirenden Meerwaſſer*, aus dem ſtark und plötzlich gedrückten *Auge*, aus dem *Hutzucker*, den man zerſchlägt, reibt oder zerſtöſst, (wenn man im Dunkeln feinen Zucker zwiſchen den Zähnen zermalmt, ſcheint der Mund voll Feuer zu ſeyn,) und aus *Cremor Tartari*, *Alaun*, *Borax* u. ſ. f., indem man ſie ſchlägt. Unter den Mineralien enthält beſonders der *Quarz* vieles Licht in dieſem Zuſtande. Das

Leuch

Leuchten einiger *Pflanzen* gehört auch zu dieſer Klaſſe von Lichterſcheinungen.

Licht im dritten Zuſtande, d. h., *auf eine ſichtbare Art angehäuft*, findet ſich in den ſogenannten *Lichtſaugern*, welche die Eigenſchaft haben, wenn ſie dem Lichte ausgeſetzt ſind, etwas davon zu verſchlucken. Die erſte Stelle unter dieſen Körpern verdient der *Diamant*, die *Blenden*, (*antracites*,) und der *Karfunkel*, (*escarboucle.*) Der *Laſurſtein*, (*lazulite*,) entbindet, ungeachtet ſeiner Undurchſichtigkeit und ſeiner Härte, doch im Dunkeln eine groſse Menge von Licht, die er am hellen Tage eingeſogen hat. Der *Bologneſer Phosphor*, der nichts anderes als ſchwefelſaure Schwererde iſt, leuchtet nicht eher, als bis er einige Minuten in der Sonne geſtanden hat; eine Eigenſchaft, die Baudouin auch an der ſalpeterſauren Kalkerde wahrgenommen hat. Dieſe und andere Stoffe leuchten im Dunkeln, indem das von ihnen verſchluckte Licht wieder ausſtrömt. Brugnatelli ſah einen Diamanten leuchten, der bloſs dem Scheine einer Kerze war ausgeſetzt worden.

Nicht bloſs mineraliſche Stoffe, auch das Fleiſch mancher *Fiſche* und anderer Thiere, *faules Holz* u. ſ. f., leuchten, nach der Behauptung dieſes Naturforſchers, vermittelſt des zuvor von ihnen eingeſogenen Lichtes. So auch einzelne Theile an verſchiedenen lebenden Thieren, z. B. die *Augen der Hyäne*, der *Katze* u. ſ. f., die ſo ſtark leuchten, daſs ſie ſelbſt umliegende Gegenſtände erhellen. Endlich

sollen, nach Brugnatelli's Behauptung, auch alle sogenannte *phosphorescirende Thiere*, blos durch Licht, welches auf eine sichtbare Art in ihnen angehäuft ist, leuchten.

* * *

Auch der Doctor Carradori ist der Meinung, dass die *Johanniswürmchen* und das *faule* phosphorescirende *Holz* die Eigenschaft haben, das Licht einzusaugen und auf eine *blos's mechanische Art* in sich angehäuft zu erhalten. Letzteres, sagt er, (*Annali di Chimica*, Tom. XV, No. 18,) erhält diese Eigenschaft durch die Fäulniss, und es wird zum Leuchten desselben weiter nichts erfordert, als dass es eine Zeit lang dem Sonnenlichte ausgesetzt werde. Ein Stück faules Holz, welches er untersuchte, leuchtete zwei Tage lang unter Oehl, wo es doch keinesweges mit Sauerstoffgas in Berührung war. „Ich gebe indess", (bemerkt hierbei van Mons,) „dem Leser zu bedenken, ob es nicht vernünftiger sey, am Phosphorescîren des leuchtenden Holzes ein langsames und fast unmerkliches Verbrennen eines Wasserstoff- und Kohlenstoff-Oxydes zu sehn, als einen schwammigen Körper, der durch ein langes Maceriren im Wasser, oder durch Fäulniss, Poren erhalten haben soll, in die das Licht sich einquartiere?"

VIII.

Alexander von Humboldt's *phyſikaliſche Beobachtungen auf ſeiner Reiſe nach dem ſpaniſchen Amerika.*

(Aus einem Briefe deſſelben an Delamétherie. *)

Cumana in Süd-Amerika, den 30ſten Meſſidor J. 7.

Erſt ſeit drei Tagen befinde ich mich hier auf der Küſte von Süd-Amerika, und ſchon zeigt ſich eine günſtige Gelegenheit, Ihnen, mein theurer und würdiger Freund, mit einem Fahrzeuge, das im Ba-

*) *Journal de Phyſique*, t. 6, p. 433. Der erſte Reiſeplan Herrn von Humboldt's war, über Tripolis zu den franzöſiſchen Phyſikern in Aegypten, und von da weiter ins innere Afrika vorzudringen; ſchon hatte er ſich, um dieſen Weg anzutreten, zwei Monate lang in Marſeille aufgehalten, als unvorherzuſehende Umſtände dieſe Reiſe vereitelten, worüber wir uns, bei der Gefährlichkeit derſelben für Chriſten, unſtreitig Glück zu wünſchen haben. Seinem Vorhaben treu, die heiſse Zone zu beſuchen, wandte er ſich darauf nach Spanien, und hatte das für einen Ausländer ſo ſeltene Glück, von der Regierung die Erlaubniſs zu erhalten, *Mexico*, *Peru*, *Chili* und die *Philippinen* zu bereiſen. Den 26ſten Floreal J. 7. verlieſs er Madrit, um ſich in Corunna nach der Havanna und Mexico einzuſchiffen. Dieſen Vorſatz muſs er aber ſpäterhin abgeändert haben, da wir ihn jetzt in *Cumana*, einer

griffe ist, unter Segel zu gehn, in aller Eil zu sagen, dass ich mit meinen astronomischen, physikalischen und chemischen Instrumenten, wohl behalten, und ohne dass sie den geringsten Schaden genommen hätten, hier angekommen bin. Während der Ueberfahrt habe ich fleissig Versuche über die chemische Mischung, die Durchsichtigkeit und die Feuchtigkeit der atmosphärischen Luft, über die Temperatur und Dichtigkeit des Meerwassers, die Inclination der Magnet-Nadel, und über die Intensität der magnetischen Kraft angestellt. Meine Ramsdenschen und Troughtonschen Sextanten und der Chronometer von Louis Berthoud, (ein treffliches Instrument, das den Zeitunterschied zwischen Paris und St. Croix auf Teneriffa zu 1 St. 14′ 25,5″ gab, indess ihn Borda 1 St. 14′ 24″ gefunden hatte,) setzten mich in den Stand, den Ort, wo jede dieser Beobachtungen angestellt wurde, mit grosser Genauigkeit zu bestimmen; welches für die magnetischen Beobachtungen von Wichtigkeit ist.

Aber wie soll ich Ihnen in dieser Eil sagen, was ich gesehn, und welchen Genuss mir der Aufenthalt auf den *Canarischen Inseln* gewährt hat. Indess fast allen Naturforschern, die Indien besucht haben,

spanischen Seestadt in Süd-Amerika, (dem Hauptorte in Neu-Andalusien, zwischen Guiana und Caracas,) finden, und er den geraden Weg dahin von Corunna über die Canarischen Inseln genommen zu haben, dort auch einige Zeit noch sich erweilen zu wollen scheint. *d. H.*

hier kaum Zeit genug vergönnt war, bis zum Fuſse des groſsen vulkaniſchen Koloſſes hinaufzuſteigen, und die herrlichen Gärten des Hafens von Orotava zu bewundern, hatte ich die Freude, daſs ſich unſre Fregatte, *der Pizarro*, ſechs volle Tage zu Teneriffa aufhielt. Ich habe die Gebirgsarten des *Pic de Teyde* im Detail unterſucht, und ſeinen Gipfel in der lehrreichen Geſellſchaft des Vice-Conſuls der Republik, le Gros, beſtiegen. Er und Bernard Cologan haben den letzten furchtbaren *Ausbruch dieſes Vulkans*, am 9ten Juni 1798, mit vielem Scharfſinne beobachtet, und wir dürfen von ihm eine Beſchreibung deſſelben mit einer Karte erwarten, deren Skizze ich bereits im königl. botaniſchen Garten zu Orotava geſehn habe. Wir ſchliefen im Mondſcheine 1200 Toiſen über dem Meere, brachen dann um 2 Uhr Nachts auf, und gelangten, ungeachtet des heftigen Windes, der durchdringenden Kälte und der Hitze des Bodens, welche die Sohlen unſrer Stiefeln verbrannte, um 8 Uhr auf den Gipfel.

Ich ſage Ihnen nichts von der majeſtätiſchen Ausſicht auf die vulkaniſchen Inſeln *Lancerotta*, *Canaria*, *Gomera*, die man zu ſeinen Füſsen ſieht, und von der 7 deutſche Quadrat-Meilen groſsen Wüſte, die ganz mit Bimsſtein und Laven bedeckt, ohne Inſekt und ohne Vogel, bloſs von der *Viola decumbens* bewohnt iſt, und uns von den üppigen Lorbeerwäldern, den Heideflächen, und den mit Pal-

men, Banian- und Drachenbäumen gezierten Weingärten trennte, deren Fuſs das Meer beſpült.

Wir ſind ſelbſt in den *Krater* hinabgeſtiegen, der nur 40 bis 60 Fuſs tief iſt. Die Spitze liegt, nach Borda's ſehr genauer geometriſcher Meſſung, 1904 Toiſen, (11424 pariſ. Fuſs,) über der Meeresfläche. Ich füllte hier einige Bouteillen mit Luft, und bei einer nachmahligen ſehr genauen Zerlegung derſelben durch Salpetergas, deſſen Reinheit zuvor durch ſchwefelſaures Eiſen geprüft war, fand ſich, daſs ſie nur 0,19 *Sauerſtoff* enthielt, ungeachtet der ſehr heftige Wind Lebensluft aus den niedern Regionen, (wo der Sauerſtoff-Gehalt 0,278 betrug,) mit darunter gemengt haben mochte. Das gewöhnliche Reaumüriſche Thermometer ſtand auf dem Gipfel auf 2°, zu Orotava zwiſchen 18 und 19°; macht für je 116° Toiſen Höhe, einen *Temperatur-Unterſchied* von 1°, welches mit Sauſſüre's Beobachtungen, der 107 Toiſen für jeden Grad verminderter Wärme rechnet, ganz gut zuſammen ſtimmt.

Der *Pic de Teyde* iſt ein ungeheurer Baſaltberg, der auf dichtem, neuerm Kalkſteine zu ruhen ſcheint. Dieſes iſt derſelbe Kalkſtein, den man, mit vielem Feuerſtein gemiſcht, am Cap Noir in Afrika findet, der zu Cadix, in la Mancha, und in der Provence die herrſchende Gebirgsart iſt, und worauf auch die Baſalte von St. Loup unweit Agde und die Baſaltkegel in Portugal ruhen. So groſs iſt die Einförmigkeit im Baue der Erde. Die Azoren, die

Canarischen Inseln und die Inseln des grünen Vorgebirges scheinen blosse Fortsetzungen der Basalt-Formationen um Lissabon zu seyn. An die Küsten von Teneriffa spülen die Wellen Geschiebe von Granit, Syenit, und granitartigem Glimmerschiefer an, wie er auf dem Gottbardsberge und im Salzburgschen vorkommt; wahrscheinlich Gebirgsarten, woraus der höchste Zug des Atlas in Afrika besteht, der sich westlich nach den Küsten von Marocco zieht.

Schon seit Jahrhunderten wirft der *Krater* des Gipfels keine Laven mehr aus; diese brechen zu den Seiten des Pics hervor. Dagegen erzeugt der Krater eine ungeheure Menge *Schwefel* und schwefelsaures Eisen, (Vitriol). Ob sich wohl der Schwefel hier erst durch Zusammensetzung bildet, oder ob er nicht vielmehr in dem Kalkgebirge unter dem Basalte liegt? Dieses ist von einerlei Art mit dem Andalusischen Kalkgebirge, (auch mit dem von Kroczezowiz in Pohlen,) und es ist Ihnen bekannt, dass der Kalkstein und Gyps Andalusiens, (beide gehören zu einerlei Formation, da der Gyps im Kalksteine in Bänken vorkömmt,) ganz Europa mit Schwefel versorgen könnten.

Der *Basalt* des Pics de Teyde enthält nicht blos basaltische Hornblende und Olivin in Blättern und krystallisirt, sondern, besonders gegen den Gipfel zu, auch ganze Lagen von Wernerschem Porphyrschiefer, und einer Art Obsidian-Porphyr. Der Porphyrschiefer ist blätterig, klingend, an den Kanten halb durchsichtig, und besteht aus einer

grünen, ſehr harten Grundmaſſe, welche mit dem Nephrit, (*Jade*,) verwandt iſt und glasartige Feldſpath-Kryſtalle enthält. Die *Bimsſteine* des Pics ſind durch Feuer zerſetzter Obſidian, und ihr Urſprung läſst ſich keinesweges vom Feldſpathe ableiten. Ich habe viele Stücke aufgeleſen, die noch zur Hälfte Obſidian, olivenſchwarz, und zur Hälfte faſeriger, weiſser Bimsſtein waren; auch hatte ich dergleichen ſchon in den Mineralien-Sammlungen zu Madrit gefunden.

Mit dem neuen, von Borda erfundenen, *Inclinatorio*, welches Megnié in Madrit noch etwas tragbarer gemacht hatte, habe ich eine groſse Menge von Beobachtungen über die Inclination der Magnetnadel angeſtellt. Sie werden die Beobachtungen geſehn haben, die ich zugleich mit einer aſtronomiſchen Abhandlung dem Bürger Delambre überſchickt habe. *)

*) Wahrſcheinlich dieſelben, welche, aus einem Briefe des Herrn von Humboldt's, in den *allg. geogr. Ephemerid. des Herrn Oberſt-Wachm.* von Zach, *Auguſt* 1799, S. 146 — 161, mitgetheilt werden. Dieſes treffliche Inclinatorium iſt, ſo viel ich weiſs, noch nicht beſchrieben, daher ich im Kurzen hierher ſetze, was Herr von Humboldt in jenem Briefe darüber ſagt. „Das Inſtrument, deſſen ich mich bediene, iſt der *Inclinations-Compaſs*, den Borda angegeben, und le Noir für das *Bureau des Longitudes* in Paris ausgeführt hat. Das Bureau hatte die Gefälligkeit, ihn mir bei meiner Ab-

Sie werden aus diesen Beobachtungen sehn, daß *die magnet. Kraft keinesweges den Inclinationen pro-*

reise von Paris abzutreten. Der Azimuthal-Zirkel hat 0,5 Mètre, (1½ p. Fuss,) im Durchmesser; die Nadel 0,3 Mètre, (0,9 p. F.,) Länge; und die Theilung des senkrechten Kreises giebt, mit Hülfe der Loupe, eine Gewissheit von 5 Decimal-Minuten, (2,7 Min.) Borda betrachtete dieses Instrument als das erste, das sichere Inclinationen angebe, da alle übrigen, die uns so viel irrige Zahlen geliefert haben, nicht genau in die wahre Ebene des magnetischen Meridians gestellt werden können. Um dieses bei dem senkrechten Kreise des Bordaischen zu bewerkstelligen, giebt es mehrere Methoden: 1. Man sucht mittelst einer mit Dioptern versehnen Magnetnadel Gegenstände im Magnet-Meridiane auf, und rückt den Kasten, der den vertikalen Kreis enthält, so, daß man durch zwei daran befestigte Dioptern dieselben Gegenstände wahrnimmt. 2. Oder man nimmt correspondirende Inclinations-Höhen westlich und östlich vom Magnet. Meridiane, und findet daraus diesen mit Hülfe des angebrachten Azimuthal-Kreises, indem die Cotangenten der Inclinationen, den Cosinussen des magnetischen Azimuths der Nadel proportional wachsen. 3. Oder man sucht die kleinste Inclination, indem man nach und nach das Instrument um den Azimuthal-Zirkel dreht. 4. Oder man sucht den Punkt, in welchem die Nadel genau vertikal steht; 100 Decimal-Grad weiter, auf dem Azimuthal-Kreise gerechnet, hat man genau den magnet. Meridian. (Denn ist *I* die wahre Inclination im magnetischen Meridiane, *i* die Inclination beim magnet. Azimuth

portional ist. Das Phänomen ist äuſserst zusammengesetzt, und die magnetischen Anziehungskräfte

a. so muſs, da *cotg. i* : *cotg. i'* = *cos. a* : *cos. a'* ist, *cotg. i* : *cotg. I* = *cos. a* : 1, und wenn *i* ein rechter Winkel, also *cos. i* = 0 wird, auch *cos. a* = 0 und *a* ein Quadrant seyn.) „Giebt diese letztere Methode nicht denselben magnet Meridian als die erste oder dritte, so kann man überzeugt seyn, daſs entweder der Compaſs nicht genau horizontal gestellt ist, oder daſs beide Enden der Nadel von ungleicher Schwere sind. Ich habe bei meinen Beobachtungen mehrere dieser Methoden zu verbinden gesucht, und mit Vergnügen gesehn, daſs meine Nadel so genau centrirt ist, daſs ich immer einerlei Resultat erhalte, ich mag die dritte oder die vierte der angegebenen Methoden wählen."

„Um die *Stärke der magnetischen Kraft*, d. h. ihre *Intensität*, zu messen, bediente ich mich ehedem des Saussürischen Magnetometers, eines, in Hinsicht des Transports, äuſserst zarten Instruments. Burda rieth mir, mich der Oscillationen der Inclinations-Nadel als eines *Magnetometers* zu bedienen, wie das schon auf der verunglückten Seereise Entrecasteau's geschehn sollte. Ich habe die Oscillationen der in den Magnet-Meridian gestellten Nadel mit groſser Sorgfalt nach einem Berthoudschen Chronometer beobachtet. Die Oscillations-Geschwindigkeiten sind so gleichförmig, daſs, wenn einer die Nadel, ein andrer den Chronometer genau beobachtet, beide bis auf 0,2 zusammen stimmen müssen. Wie viele interessante Beobachtungen hätte ich nicht anstellen können, hätte ich das Magnetometer vor 2 Jahren gekannt,

werden ſonderbar durch Urſachen verändert, die wahrſcheinlich nur local ſind.

als ich den gewaltigen, aus magnetiſchem Serpentin beſtehenden, *Heidberg* auffand, deſſen magnetiſche Atmoſphäre 8 Mètres, (24 p. F.) davon noch wirkſam iſt, und die Polarität ohne Spur von Anziehung zeigt."

Als Commentar hierzu Folgendes. Gilt, was Coulomb durch ſeinen Windungs-Apparat von der Declinations-Nadel bei horizontaler Drehung derſelben dargethan hat, (Gren's *neues Journ. d. Phyſik*, B. II, S. 299,) auch auf eine ähnliche Art von der Inclinations-Nadel, und wird ſie, wenn man ſie in der Ebene des Magnet-Meridians aus der Linie der Ruhe entfernt, an dieſer durch eine Kraft zurück getrieben, welche, ſofern ſie nach der Richtung der Ruhelinie wirkt, die Nadel gleichförmig beſchleunigt; ſo muſs die Inclinations-Nadel genau nach den Geſetzen des Pendels ſchwingen. Bei gleichen Pendellängen verhalten ſich aber die Zahlen von Schwingungen in einerlei Zeit, wie die beſchleunigenden Kräfte; und in ſo fern kann die Zahl der Oſcillationen der Inclinations-Nadel die magnetiſche Kraft meſſen. — Nouet, einer der Aſtronomen, welche Bonaparte nach Aegypten begleiteten, iſt mit einem ganz ähnlichen Bordaiſchen Inclinations-Compaſs von le Noir verſehn, und hat damit auf der Reiſe und in Nieder-Aegypten bis Suez viele Beobachtungen angeſtellt, welche dadurch, daſs ſie mit den von Humboldtſchen correſpondiren, noch intereſſanter werden, und die ich dem Leſer nächſtens mitzutheilen hoffe. *d. H.*

Beobachtet seit Vendem. J. 7. zu	Breite	Länge a)	Inclination d. Magnetnadel nach Graden d. neuen Kreistheilung	Magnetische Kraft, Zahl der Schwingungen in 1 Minute.
Paris	48° 50′	20° 0′ O.	77,15° b)	24,5
Nimes	43° 50′	21° 59′	72,65	24
Montpellier	43° 36′	21° 32′	73,20	24,5
Marseille	43° 18′	23° 3′	72,40 c)	24
Perpignan	42° 42′	20° 23′	72,55 d)	24,8
Gironne			71,75	23,2 e)
Barcellona	41° 23′	19° 52′	71,80	24,5
Cambrils			71,75	24,1
Valenzia	39° 29′	17° 29′	70,70	23,5
Madrit	40° 25′	13° 58′	75,20 f)	24 g)
Ferrol			76,15	23,7
auf dem Meere	32° 16′	2° 53′	71,50	24 h)
	26° 51′	0° 57′	67,00	23
	14° 13′	28° 3′ W.	55,80	23,9
	13° 51′	30° 2′	50,15	23,4
	10° 59′	44° 31′	46,50	23,7

a) Im *Journal de Physique* sind diese Beobachtungen fehlerhaft und mangelhaft mitgetheilt. 1. Führt bei den Beobachtungen auf dem Meere das, was ich hier als Längen aufführe, die Ueberschrift: Breite, und umgekehrt. 2. Wird mit keinem Worte erwähnt, wie die dort angegebenen Längen zu verstehen sind, von Paris oder vom Ferroer Meridian abzählen; ich muss auf ersteres rathen, da die letzte Station bei 11° Br. 64½° L. hat, welche, vom Ferro gerechnet, einen Ort an der mexicanischen Küste hinter Portobelo bezeichnen würde, wo Herr von Humboldt offenbar nicht gewesen ist, daher ich

Ich habe das *Meerwasser* häufig mit einer Dollondschen Wage gewogen. Es wird nach dem Ac-

die dortigen Angaben auf den Ferroer Meridian reducirt habe. 3. Fehlen einige der europäischen Beobachtungen, die ich, (so wie auch folgende Bemerkungen über einige,) aus dem Briefe des Hrn. von Humboldt's in den *Allg. geogr. Eph.* des Hrn. von Zach, 1799 Aug, entlehne. *d. H.*

b) Mit dem sehr mittelmäfsigen Inclinations-Compafs auf der Pariser National-Sternwarte fand Bouvard die Incl. am 26sten Vendem. 77°,96, (70° 10′ der alt. Einth.) *v. H.*

c) Sie veränderte sich vom 10ten Brum. bis 7ten Frim. durchaus nicht, obgleich das Instrument sehr häufig auf der Marseiller Sternwarte beobachtet wurde. *v. H.*

d) Trägt etwa die Nähe der Pyrenäen dazu bei, dafs die Inclination hier stärker ist, als man sie bei der südlichen und westlichen Lage des Orts erwarten sollte? *v. H.*

e) Eine sehr oft wiederholte Beobachtung. Nach Barometer-Beobachtungen scheint der Ort 132 Toisen über der Meeresfläche zu liegen. *v. H.*

f) Mittelzahlen nach einer grofsen Zahl von Beobachtungen. Die Berge von Guadarama enthalten viel magnetisches Eisen. *v. H.*

g) Eine genau horizontal gestellte Magnetnadel von derselben Länge wie meine Inclinations-Nadel, macht zu Madrit in der Minute regelmäfsig 8 Oscillationen. Ich wäre neugierig, zu wissen, wie viel sie in Paris macht. Ich habe mir vorgenommen, hierüber mit Hülfe des Coulombschen Apparats ge-

quator zu minder dicht; doch läst sich nicht daran zweifeln, dafs das Minimum der Dichtigkeit nördlich von der Linie ist, indem sie von 18° 8′ Breite, nach dem Aequator hin, wieder zunimmt.

Ich bin nun dahin gelangt, die *Zerlegung der Luft* am Bord des Schiffs mit gleicher Leichtigkeit, als in meinem Laboratorio vorzunehmen. Einen schon angefangenen Aufsatz über diese Zerlegungen werde ich dem National-Institute überschicken, und Sie werden darin finden, dafs die Seeluft unter 10° 30′ Breite, in den schönen mondhellen Nächten über 0,30 Sauerstoff enthielt.

Auch über die *Temperatur des Meerwassers* habe ich sorgfältige Versuche angestellt. Sie nahm auf unsrer Reise von 12° bis auf 20,5° zu, und betrug an der Oberfläche des Meeres

bei Corunna.	12° R.
unter 35° 8′ Breite	13° —
29°	15° —
20° 8′	17° —
14° 37′	19° —
13° 30′	20,5° —

Sie wissen, dafs die Temperatur der Luft auf die Temperatur des Meerwassers nicht den mindesten

nane Versuche zu Quito und in Mexico anzustellen; es versteht sich, mit einer Nadel von gleicher Länge und Schwere. *v. H.*

h) Ist es nicht stürmisch, so lassen sich die Oscillationen während 1 Minute auch auf dem Meere sehr gut beobachten. *v. H.*

Einfluſs hat; in einerlei Breite bleibt ſie während aller Jahrszeiten dieſelbe. Aber überall, wo es Untiefen giebt, iſt das Meerwaſſer kalt, und ich ſah ſo das Thermometer darin von 20,5° bis auf 18° ſinken. Es iſt daher in der That ein glücklicher Gedanke, auf den Franklin, Jonathan Williams gebracht hatte, das Thermometer zum Sondiren zu brauchen, *) und ich werde künftig einmahl die Fortſetzung von Williams Karte liefern.

Mein Reiſegefährte Bonpland hat ſchon eine anſehnliche Sammlung von Pflanzen zuſammengebracht. Unſer Haus beſteht aus Quinquina-Holz. Wir werden hier Beobachtungen über den Zitteraal, (*gymnotus electricus*,) anſtellen.

*) *Transact. of the Americ. Soc.*, Vol. 3, pag. 82.

IX.

Ueber das verbeſſerte Haaſiſche Barometer,

von

F. W. Voigt,
Mechanicus zu Jena.

Herr F. S. Ortſtein, gegenwärtig in London, hat dieſes Barometer in Voigt's *Magazin für den neueſten Zuſtand der Naturkunde*, B. 1., St. 4, S. 142, ſehr deutlich beſchrieben; *) nur wenige Punkte ſind es,

*) Eine Beſchreibung des *ältern Haaſiſchen* oder *Hurterſchen* Barometers findet man im *Journ. de Phyſ.* 1786, Nov. und daraus in Voigt's *Magazin*, B. V, St. 4, S. 84. Das *verbeſſerte* oder *neue Haaſiſche* Barometer beſchrieb ſchon der Erfinder Haas ſelbſt in Gren's *Journal der Phyſik*, Th. VII, S. 238 — 240, wo auf Taf. IV. die beiden erſten Figuren der Ortſteinſchen Zeichnung ſtehn. Beide Beſchreibungen ſind indeſs faſt durchgehends noch viel unverſtändlicher, als, nach Hrn. Voigt, die Ortſteinſche. Eigenthümlich iſt dieſer die Abbildung der Gefäſse der neuen Haaſiſchen Barometer, in einem ſenkrechten Durchſchnitte. Sie entlehne ich hier, (Taf. VII, Fig. 3,) um die Hälfte verkleinert, da man gegenwärtigen Aufſatz ohne dem nicht verſtehn würde, und ſie zugleich die angeführten Zeichnungen im Grenſchen Journale ergänzt.

Die Barometer-Röhre *b* iſt in eine Faſſung von Buxbaum *a* eingekittet, um welche eine Hülſe von Meſſing

es, die ich ganz und gar nicht verſtehen kann, und dieſe haben mich vorzüglich bewogen, das Werk-

Meſſing *c* liegt, mit einer eingeſchnittenen Schraube, zu der in die untere Hälfte des Gefäſses *ddrrdd* die Mutter eingeſchnitten iſt. Zwiſchen beiden Hälften liegt der Rand eines dünnen, in Form einer Schüſſel gepreſsten Leders, *deed*, welches, wenn man die Schrauben anzieht, einen Beutel bildet, auf welchem das Queckſilber im Gefäſse ruht. Die darunter liegenden Theile des Gefäſses dienen, dieſen Beutel ſammt dem Queckſilber in die Höhe zu drücken oder herunter zu ziehn, und dadurch das Queckſilber in die Barometer-Röhre zu treiben, und darin zu verſchlieſsen, oder ein freies Spiel zu verſchaffen. Der ganze Theil *llll*, (welcher durch den Stift λ, der in einem ſenkrechten Schlitze der Wand *dd* ſitzt, ſich zu drehen verhindert wird,) ſteigt, wenn man die Schraubenmutter *tt*, in die er einfaſst, mittelſt des Griffs *ii*, (mit der der Stift *s* ſie verbindet,) umdreht, in die Höhe, und hebt dabei das lederne Schüſſelchen bis an den Ring ββ. Das mittelſte Meſſingſtück *m*, woran der Mittelpunkt des Leders befeſtigt iſt, wird durch eine ſchraubenförmige Springfeder, deren ſenkrechten Durchſchnitt man in der Zeichnung ſieht, gegen den Beutel gedrückt, und läſst ſich, nachdem *ll* bis an den Ring ββ hinaufgeſchroben iſt, mittelſt der ihn tragenden Schraubenmutter *tt*, welche in die Schraube *n* am untern Ende des Stückes *llll* eingreift, noch bis in die Höhlung unter der Barometer-Röhre *b* hinauf ſchrauben. Dadurch iſt das Queckſilber in dieſer Röhre verſchloſſen, und zwar ſo, daſs, je nachdem es ſich aus-

zeug einer nähern Prüfung zu unterwerfen; um so mehr, da die Verdienste unsers Landsmannes Haas um die Naturlehre allerdings so sind, wie sie der Verfasser jener Beschreibung schätzt.

Schon längst haben wir in Deutschland das *ältere* Haasische Barometer, welches Herr Haas auf Veranlassung Cavallo's erfunden hat, verfertigt, aber seine Unbequemlichkeiten und Fehler, die der Erfinder selbst offenherzig gesteht, machten, dass es nicht allgemein werden konnte, und waren weder für Hurter noch für Haas ein Empfehlungsschreiben. Als ich vor 4 Jahren Gelegenheit hatte, das *physikalische Kabinett zu Gotha* aufmerksamer zu betrachten, interessirten mich die Reise-Barometer vorzüglich, von denen ich eine vollständige vortreffliche Sammlung antraf. Die Reise-Barometer waren fast durchgängig von den Erfindern selbst verfertigt, und die beiden Haasischen hatte der Herr Sekretär Schröder mit ungemeinem Fleisse gearbeitet. Das eine derselben befand sich damals in der Behausung des Herrn Sekretärs Schröder, und hatte — Luft gefangen; das andere, auf

dehnt oder zusammenzieht, die Springfeder etwas herabgedrückt, oder *m* weiter hinaufgetrieben wird, es also auch bei Stössen immer verschlossen bleibt, ohne dass man das Zerspringen der Barometer-Röhre befürchten dürfte. In dieser Lage stösst der Vorsprung *x x* des Stückes *n* an den untern Rand von *i i* an. Das übrige erklären die Verhandlungen dieses Aufsatzes, und die Anm. S. 468. *d. H.*

dem Kabinette aufgeſtellte, ſchien, nach dem im Gefäſse befindlichen Queckſilber zu urtheilen, ſehr lange in dieſem Zuſtande geweſen zu ſeyn.

Kurz vorher hatte ich dieſes Barometer in *Weimar* näher kennen gelernt. Zwei mit vorzüglicher Schönheit gearbeitete Exemplare, ebenfalls von Schröder, befinden ſich daſelbſt in den Händen des Herrn Lieutenants Vent, welcher mich erſuchte, dieſelben in Ordnung zu bringen. Es war mir beinahe unmöglich, ſie zu öffnen und zu ſchlieſsen, ohne Luft hineinſchlüpfen zu laſſen; und ich erinnere mich, daſs ich das eine, weil ich gewiſſenhaft verfahren wollte, gegen viermahl auskochen muſste. Meine Geduld ging hierüber zu Ende. Als ich es das letzte Mahl ausgekocht und verſchloſſen hatte, war ich ſo glücklich, es in dem Zimmer des Herrn Lieutenants Vent ohne Nachtheil aufzurichten, habe es aber bald nachher wieder in Unordnung geſehen.

Se. Durchlaucht der *Herzog* von Gotha lieſs einſt, wie mir der Herr Sekretär Schröder erzählte, mit mehrern Barometern auf dem Thüringer Walde gleichzeitige Beobachtungen anſtellen. Die Haaſiſchen Barometer wurden dem letztern nebſt ſeinen Gehülfen übergeben, ob ſie gleich damahls ganz neu verfertigt wären; ein Beweis, (?) daſs nur diejenigen, welche mit dem Baue, und folglich auch mit den übeln Eigenſchaften deſſelben, ganz vertraut waren, damit umgehen konnten. Das mag auch wohl Urſach geweſen ſeyn, warum die

von Cavallo in der Londner Gesellschaft der Wissenschaften vorgelesene Beschreibung nie abgedruckt wurde. — Dieses als Beitrag zu dem eigenen Geständnisse des Herrn Haas. *)

Was das *neue, verbesserte Haasische Barometer* betrifft, so sagt Herr Ortstein im Voigtschen *Magazine*, S. 145: „Die Verbesserung des Hrn. Haas „erstreckt sich auf zwei Haupttheile des Barome„ters. Er suchte nicht nur den Queckssilberbehäl„ter vortheilhaft und so einfach als möglich (?) „einzurichten, sondern er bestrebte sich auch, der „Röhre an dem Ende, wo sie ihr Queckssilber mit „dem im Behälter verbindet oder absondert, eine „zweckmäsige Form zu geben.“ (Siehe *b*, Fig. 5.)

Ob die von Herrn Haas angegebene Form hierzu zweckmäsig sey, kömmt mir sehr problematisch vor; eben so problematisch ist die Ortsteinische Beschreibung dieser Einrichtung. Herr Ortstein spricht von Verbindung und Absonderung des Queckssilbers in der Röhre mit dem im Behälter, und scheint

*) Jene ältern Haasischen Barometer haben noch die in der That ganz *unique* Einrichtung, dass das Thermometer, welches zur Berichtigung des Einflusses der Wärme auf das Barometer bestimmt ist, mit seiner Kugel in *das Queckssilber des Gefäses eingetaucht* ist. Man giesst nun das Queckssilber, welches man vielleicht in der Tasche getragen hat, in dasselbe, und das Thermometer empfindet 10 — 15 Grad mehr Wärme, als das Barometer. Ich weiss nicht, was man dazu sagen soll. *Voigt.*

hier das *ältere* Haafiſche Barometer mit dem *neuern* zu verwechſeln; denn in dieſem letztern kann ja das Queckſilber in der Röhre von dem im Behälter gar nicht abgeſondert werden. Was das ältere betrifft, ſo glaube ich ganz gewiſs, daſs die von Hrn. Haas angegebene Geſtalt und Faſſung der Glasröhre den Fehler des Luftfangens veranlaſst. Die Barometer-Röhre iſt an demſelben ebenfalls ſpitzig ausgezogen, und die Faſſung derſelben hat eine Mündung, welche das Kaliber der Röhre weit übertrifft. Vor dieſe keſſelförmig ausgedrehte Mündung legt ſich die Feder des Verſchluſſes an. Dieſelbe ſichert nun zwar den Verſchluſs auſserordentlich, ſie dient aber zugleich dazu, die Luft, wenn ſich einmahl welche darunter verlieren ſollte, um deſto ſicherer in die Röhre zu führen.

Jedem, der die Sache ohne Vorurtheil betrachten will, muſs hier ein auffallender Widerſpruch einleuchtend werden. Zuerſt *verengert* H. Haas die Oeffnung der Barometer-Röhre, und glaubt ſie hierdurch gegen das zu ſchnelle Eindringen der Luft zu ſichern. Dieſe enge Oeffnung umgiebt er nun wieder mit einer *weitern*, welche folglich nach ſeinen Ideen leichter Luft fängt. Iſt nun die Luft einmahl in der Faſſung, ſo iſt ſie folglich auch bald darauf, wiewohl etwas langſamer, in der Röhre.

Zugegeben, daſs das Verengern der Röhre die Oſcillation des Queckſilbers vermindert, ſo iſt nur ein Theil der Urſache des Luftfangens beim älteren Haafiſchen Barometer dadurch aufgehoben worden.

Durch das Schütteln des Queckſilbers im Gefäſse kann, unabhängig von der Oſcillation, Luft unter dieſe weite Mündung gebracht werden, und dies wird natürlich um ſo eher geſchehen, je weiter dieſelbe iſt, und je niedriger ſie unter dem Queckſilber im Gefäſse ſteht. Ich habe dieſem Zufalle bei meinem Umgange mit dem ältern Haaſiſchen Barometer ordentlich zugeſehen, und wundere mich ſehr, wie Herr Ortſtein dem Herrn Haas hierin beipflichten kann, wenn dieſes anders deſſen Abſicht iſt.

Ich habe groſse Urſache, hieran zu zweifeln, und glaube vielmehr, daſs Herr Haas von Herrn Ortſtein nicht verſtanden worden iſt. Denn S. 148 werden dieſe Formen noch einmahl nebſt ihrer Abſicht und Wirkung vorgenommen, und hier iſt die Beſchreibung ganz verworren und das Raiſonnement gänzlich falſch und unverſtändlich. Herr Ortſtein ſagt hier: „Bekanntlich wurde ehedem, ſo „wie auch noch jetzt, in den übrigen mir bekannten „tragbaren Barometern, das Queckſilber durch die „Verkleinerung des Raums aus dem Behälter in die „Röhre gezwungen; und da man nachher *das häu-„ſige Abſchlagen* *) der Röhre, durch die Abſon-„derung des Queckſilbers in der Röhre von dem im „Behälter durch unmittelbares Andrücken an die

*) Ich frage, was ſoll man ſich hier unter dem Worte: *Abſchlagen*, denken? Sollte ſich Herr Ortſtein wohl ſelbſt verſtanden haben? *Voigt.*

„gleich weit offene Röhre, bewirken wollte, so ent„stand hierdurch ein noch gröfseres Uebel.“

Um hierüber kürzlich zu urtheilen, so mufs ich gestehen, dafs Herrn Ortstein sehr viele Barometer unbekannt seyn müssen, bei welchen das Queckfilber nicht durch die erwähnte Manipulation aus dem Behälter in die Röhre gebracht wird. Wir auf deutschem Grund und Boden, sind der einstimmigen Meinung, dafs gerade diese Barometer, (Magellan's und Affier-Perica's,) vorzüglich schlechte Barometer sind. Von einem häufigen Abschlagen der Röhre an diesem Barometer wissen wir nichts, wohl aber davon, dafs zu vieles Queckfilber durch den Beutel dringt. Eben so wissen wir gar nicht, wer die Absonderung des Queckfilbers im Behälter, von dem in der Röhre durch unmittelbares Andrücken an die gleich weit offene Röhre hat bewirken wollen? (Herr Münzmeister Gödeking *) hat, zwar etwas der Art verfertigt, aber ich glaube, schwerlich, dafs dieses Produkt dem Herrn Ortstein bekannt ist, noch weniger, dafs es ein Reise-Barometer genannt werden darf, da es aufser diesem erstaunlichen Fehler, dessen Folgen Herr Ortstein uns weiter unten erzählt, noch unzählige andere besitzt. Es läfst nämlich bei öfterm Gebrauche Queckfilber durch die Druckschraube *g*;

*) Scherer's *Journal der Chemie*, 2ten Bandes, 1stes Heft, S. 93. *Annal. d. Phyf.*, II, 324.

eine in der That wenig empfehlende Eigenſchaft eines Reiſe-Barometers.)

Weiter ſagt Herr Ortſtein; „Es könnte nämlich das in der Röhre abgeſonderte Queckſilber, „bei veränderter Temperatur, ſich nicht gehörig „ausdehnen oder zuſammenziehen; es müſste alſo „entweder die Röhre allemahl zerſprengen, oder „beim Schluſſe herausdringen und", (hier iſt vergeſſen: *beim wieder zuſammenziehen*,) „Luft in die „Röhre laſſen." Der Erfinder des erſten und wahrſcheinlich noch bis jetzt beſten Reiſe-Barometers, der berühmte de Lüc, hat *ſchon* allen dieſen Dingen vorgebeugt, und Herr Ortſtein ſcheint ſeine Verhandlungen über dieſe Gegenſtände gar nicht zu kennen. In ſeinen Unterſuchungen über die Atmoſphäre, Seite 30 bis 34, befindet ſich hierüber ein eigner Artikel. — Hier iſt *ja ſchon am Heber-Barometer ein Beutel*, *) (aber nicht von Leder, ſondern von *Goldſchlagerhäutchen*,) an welchen eine Feder drückt. Herrn de Lüc iſt nie eine Röhre durch das Ausdehnen des Queckſilbers geſprungen, **) und den ſchädlichen Folgen des Zuſammenziehens hat er durch ſeine Einrichtung völlig vorgebeugt. Freilich können bei jedem andern

*) Wer weiſs, ob nicht Magellan ſchon durch den Beſitz eines ſo eingerichteten Barometers *praktiſch* auf die unglückliche Idee ſeines Barometers gekommen iſt. *Voigt.*

**) Mir auch nicht. *Voigt.*

Verſchluſſe als dem durch Kork, Röhren durch die Ausdehnung zerſprengt werden; aber, warum müſſen wir denn zu dieſen Mitteln unſre Zuflucht nehmen? warum, um des Himmels willen! ſoll denn das reine Queckſilber *par force eingeſchraubt* und *eingekerkert* werden? Muſs denn das ſeyn? Muſs das Barometer in aufrechter Lage getragen werden? muſs es ſich von ſelbſt ſenkrecht hängen?

Ich laſſe Herrn Ortſtein weiter reden. „Bei„des ſuchte Herr Haas auf folgende einfache Art „zu vermeiden und zu verbeſſern (?). Er gab zuvör„derſt der Röhre an ihrem unterſten Ende eine vor„theilhaftere Form durch das Zuſammenziehen, wie „es die Figur zeigt, um die allzufreie Bewegung „des Queckſilbers in der Röhre zu vermindern, lieſs „ſie tiefer in die Faſſung ein, und gab der letztern „in der Mündung der Röhre eine Höhlung, deren „Durchmeſſer beträchtlich gröſser als der Durch„meſſer der Röhre war. Man braucht Kennern „die Wichtigkeit dieſes Vortheils in Rückſicht der „Ausdehnung des Queckſilbers nicht erſt umſtänd„lich zu erklären. Gewiſs iſt es, daſs Herr Haas „ſchon hierdurch ſeinen Zweck erreichte. etc. *)

Dies alles iſt mir, den einzigen Punkt der Verminderung der Oſcillation ausgenommen, völlig unbewuſst; ich geſtehe zwar hier meine Unwiſſenheit, und mein Verſtand, ſo ſchlicht und ungekünſtelt,

*) Ich muſs geſtehen, hierüber möchte ich von Hrn. Ortſtein ſelbſt Belehrung erhalten. *Voigt.*

er seyn mag, sagt mir, dass den Folgen der Ausdehnung des Queckſilbers im Barometer durch keine Geſtalt der *feſten unbiegſamen* Theile deſſelben abgeholfen werden könne, ſie ſey welche ſie wolle.

* * *

Das, was ich bis jetzt geſagt habe, iſt dasjenige, was ich gegen die Ortſteiniſche Beſchreibung des Haaſiſchen Barometers als ſolche, und über Hrn. Ortſtein's eigene Geſichtspunkte dieſer Dinge, zu ſagen hatte. Ich wende mich nun an die Sache ſelbſt; und hier ſehe ich mich genöthigt, vieles in einem ganz andern Lichte darzuſtellen, und die wahren Abſichten und Motive des Herrn Haas aus der deutlichen Zeichnung, Fig. 3, ſo wohl, als aus der *übrigens* deutlichen Beſchreibung des Herrn Ortſtein erſt zu entwickeln.

So lange es Künſtler in England gab, und ſo lange dieſe Barometer verfertigten, war es ihre vorzüglichſte Abſicht, dem Barometer eine ſymmetriſche Form zu geben, und es ſo zu conſtruiren, dass es ſich von ſelbſt wagerecht hängt. Die engliſchen Arbeiten zeichen ſich immer durch gewiſſe Eigenheiten, durch die ſogenannten *comforts*, niedliche und compendiöſe Anordnung der Theile und guten Geſchmack aus. Man kann auch nicht läugnen, dass die erwähnte Form des Barometers ſehr viele Vortheile beſitzt. Daher kam es, dass auch andere Künſtler entweder dieſe Einrichtungen gern nachahmten, oder gar auf neue und ähnliche dachten.

Magellan war der Erſte, welcher den Einfall hatte, das Volum der Gefäſse zu verändern und dadurch das Niveau zu berichtigen. Sein Reiſe-Barometer hatte zuerſt den ledernen Beutel; Aſſier-Perica *) folgte ihm hierin, verwandelte aber das Magellaniſche Barometer, welches ein Mittelding zwiſchen Gefäſs- und Heber-Barometer war, wieder in ein vollkommnes Gefäſs-Barometer, hatte aber zuerſt den unglücklichen Gedanken, einen Schwimmer zur Berichtigung des Niveau anzuwenden. **)

Das *ältere Haaſiſche* Barometer weicht zwar von dieſem Baue beträchtlich ab, allein man ſieht es doch bald, daſs ſich der Erfinder von jenen Ideen nicht ganz loswinden konnte. Jene Barometer hatten doch, trotz aller ihrer Unvollkommenheiten, die Bequemlichkeit, daſs man ſie nicht zu neigen brauchte, ſondern, wie Herr Ortſtein ſelbſt ſagt, das Queckſilber wurde in ihnen durch Verkleinerung des Raums aus dem Behälter in die Röhre *gezwungen*. Ich habe gefunden, daſs Herr Haas eben hierdurch, daſs er dieſe Einrichtung verlieſs, und ſein Barometer wieder beim Verſchluſſe neigen muſste, einen Schritt rückwärts ging, und daſs ſein Barometer viel leichter Luft fängt, als die erſten, vor ihm erfundenen.

*) Lichtenberg's *Magazin*, 1ſten Bandes 3tes St., S. 98.

**) Lüz *Beſchreibung neuer Barometer*, S. 19.

Dies hat nun Herr Haas sehr wohl gefühlt, und ist daher wieder zur ersten Art der künstlichen Reise-Barometer zurückgekehrt. Sein neues Barometer ist in der That nur eine Veränderung des Reise-Barometers, welches von Affier-Perica erfunden, und auch im Voigtschen Magazine beschrieben worden ist. Er hat es blos dadurch verbessert, dass er unter dem ledernen Beutel eine Springfeder anbrachte, um die Folgen der Erwärmung und Erkältung zu verhindern. Im Uebrigen unterscheidet sich das *neuere Haasische* Barometer-Gefäls von dem des Affier-Perica nur dadurch, dass es *undurchsichtig* ist. Der Hauptkörper desselben ist von Holz und mit Messing bedeckt; der des Affier-Perica hingegen, ist von Glas. Dies ist meines Erachtens ein grosser Nachtheil für jenes Barometer, und macht freilich Herrn Haas *die Skale* am Queckfilber-Behälter sehr *wichtig*; denn ohne diese würde beim Oeffnen des Barometers entweder Luft in die Röhre kommen, oder Queckfilber aus der Oeffnung *f*, (Fig. 3,) herausfahren. *)

*) Um das Barometer so tragbar als möglich zu machen, giebt Herr Haas dem Queckfilberbehälter nur einen kleinen Umfang, und mufs daher vorm Oeffnen der Druckschraube, welche die Oeffnung *f* verschliefst, voraus wissen, wie weit ungefähr der Lederbeutel zurückzuschrauben ist, damit weder das Queckfilber zu dieser Oeffnung herauslaufe, noch unter die Platte ββ herabsinke. Zu dem Ende ist an dem Schlitze, worin

Die Sache verhält sich kürzlich so: Man stelle sich das Barometer vollkommen mit Queckſilber gefüllt und verſchloſſen vor. Wollte man es öffnen, ehe man den Behälter erweiterte, und dem aus der Röhre tretenden Queckſilber Platz gemacht hätte, ſo würde dieſes Queckſilber eine völlig gleiche Quantität aus dem Gefäſse durch die Oeffnung *f* heraustreiben, und dieſes würde verlohren gehen. Bei dem nächſten Verſchluſſe würde nun an dem Queckſilbermaaſse etwas fehlen, und man würde durch das gröſste Zuſammendrücken des Beutels das Volum nicht ſo weit verkleinern können, daſs die Röhre mit Queckſilber gefüllt würde.

der Stift λ ſich herauf- und herunterbewegt, eine Skale angebracht. Dieſe giebt, der Höhe des jedesmahligen Standpunkts über der Meeresfläche gemäſs, die Stelle an, bis auf welche λ geſchroben werden muſs, ehe man die Druckſchraube über *f* öffnet. Erſcheint dann nach Oeffnung dieſer Schraube, (die man in der Zeichnung des Haaſiſchen Barometers in Gren's *Journ.*, B. 7, Taf. IV, erblickt,) die Spitze des kleinen Schwimmers eben in der Oeffnung, ſo ſteht das Queckſilber des Behälters im richtigen Niveau, von welchem der Nullpunkt der Skale ab gerechnet iſt; wo nicht, muſs man den Beutel mittelſt des Stücks *ii* noch ſo weit herauf- oder herabſchrauben, bis dieſes genau der Fall iſt. Hat man den Barometer-Stand beobachtet, und will das Inſtrument wieder einpacken; ſo muſs man zuerſt dieſe Oeffnung, wodurch ſich der Schwimmer zeigt, zuſchrauben. *d. H.*

Wollte man im Gegentheile das Barometer nicht eher öffnen, bis man den Beutel erweitert hat, und diesen erst zurückziehen, so könnte leichtlich der Fall kommen, dafs man hier das gehörige Maafs überschritte, und alles über der Linie $\beta\beta$ stehende Queckfilber zurücktreten liefse, wofür Luft unter den Keffel $\beta\beta$ treten würde, welche hierauf in die Röhre gelangen müfste.

Damit man nun keinen von diesen Fehlern begehe, und den Behälter vor dem Oeffnen des Verfchluffes weder zu viel noch zu wenig erweitere, erfand Herr Haas die *Hülfs-Skale* an dem Gefäfse. Dieser Hülfs-Skale bedarf Affier-Perica's Barometer nicht, und fie ift fehr mühfam zu verfertigen, wegen des Verhältniffes der Durchfchnittsfläche der Röhre zu dem des Gefäfses, welches bei Hrn. Haafens Reife-Barometer eine verwickelte und unregelmäfsige Form hat. Es ift, wie fchon der Augenfchein lehrt, ein abgeftumpfter Kegel, aus welchem ein ähnliches Volum umgekehrt herausgenommen ift. Hierzu kömmt noch der Keffel über $\beta\beta$, Fig. 3.

Ich glaube daher, dafs Herr Haas diefe Skale empirifch beftimmt hat, und gebe zu, dafs ein folches Verfahren leichter, wiewohl dennoch immer mühfam genug feyn möchte; aber die erwähnte Hülfs-Skale paft auch nun *für diefe*, und *keine andere Röhre*. Ift diefe zu Grunde gegangen, fo mufs man entweder eine von *völlig gleichem Durchmeffer* einfetzen, oder man mufs die Skale ändern; — ein fehr nachtheiliger Umftand.

Ich meines Orts finde schon darin etwas sehr Anstöfsiges, dafs ich die Höhe meines Orts über der Meeresfläche im voraus, (sey es auch noch so obenhin,) wissen mufs, wenn ich das Haasische Barometer brauchen will. Beinahe wäre es nöthig, dafs man noch ein schlechteres Barometer bei sich führte, um erst mit diesem die ungefähre Höhe zu finden, um dann das Haasische Barometer zu gebrauchen, (so wie man ungefähr an dem Newtonischen Teleskop einen Sucher nöthig hat, ehe man einen Gegenstand durch dasselbe finden kann.) Gern will ich zugeben, dafs dies kein wesentlicher Einwurf in bekannten Gegenden ist, wo schon mehrere Beobachtungen gemacht sind; aber auf dem Chimboraço hätte Bouguer wohl schwerlich mit dem Haasischen Barometer messen können, und dafs es daselbst *jetzt* brauchbarer seyn möchte, oder ohne Destruction von dort zurückkommen kann, verdankt es blofs den früher erfundenen, ohne welche es eine Null ist. Das Reise-Barometer des Assier-Perica ist von diesem Fehler frei, und braucht diese ängstliche Vorsicht nicht, indem der Hauptkörper desselben von Glas ist, durch welches man das Queckfilber beobachten kann.

Die für das Barometer so nachtheiligen Einflüsse der Veränderung der Temperatur, hat Herr Haas wohl nie durch die an der Mündung der Röhre angebrachte Höhlung aufheben wollen. Ich sehe die Wichtigkeit dieses Vortheils in Rücksicht der Ausdehnung des Queckfilbers gar nicht ein, glaube

auch keinesweges, dafs Herr Haas hierdurch seinen Zweck gewifs erreicht hat; vielmehr scheint mir diese Einrichtung aus ganz andern Gründen nothwendig zu seyn. Jede einfache Toricellische Röhre, welche gerade in ein Gefäfs mit Queckfilber gesetzt wird, ohne umgebogen zu werden, mufs, wenn man sie aufrichten will, mit etwas verschlossen werden, damit nicht Luft in dieselbe schlüpfe, welches natürlich erfolgen mufs, wenn früher Queckfilber aus der Röhre läuft, ehe sie von dem im Gefäfse befindlichen ganz umgeben ist. Die Barometer, deren Röhre ins Gefäfs fest gekittet ist, bedürfen hierzu einer Einrichtung des Gefäfses, welche Herrn Haas völlig mangelt. Man mufs nämlich ein solches Gefäfs auf dem Boden öffnen, in senkrechter umgekehrter Lage des Barometers die Röhre und das Gefäfs ganz voll Queckfilber füllen, das Gefäfs wieder verschliefsen, und hierauf, nachdem das Barometer wieder umgekehrt worden, so viel Queckfilber herausnehmen können, als das aus der Röhre hinzukommende, nebst dem im Gefäfse *nöthigen Luftraume* beträgt. Wo ist nun beim Haafischen Barometer an eine solche Einrichtung zu denken? Was soll man machen, wenn man das Haafische Barometer fertig hat, und es *umkehren* und *gebrauchen* will? oder was soll der Theoretiker machen, der es verdorben hat, wenn kein Künstler in der Nähe ist? und die Unmöglichkeit eines solchen Falles ist doch wahrlich so gar grofs nicht!

Da

Da ich mir nun vorgenommen hatte, das Haaſſche Barometer zu meinem Gebrauche und deſto ſicherer inductiver Prüfung, ſo genau als möglich, ſelbſt zu verfertigen, um ſeine Bearbeitung und Gebrauch ganz aus Erfahrung und ſicher kennen zu lernen; ſo muſsteich der Art und Weiſe nachſpüren, wie es wohl möglich ſey, die gefüllte Röhre umzuwenden und das Queckſilber beim Füllen mit dem im Gefäſse zu vereinigen, ohne Luft in die Röhre zu bringen.

Die unter der Oeffnung der Barometer-Röhre und über der Linie $\beta\beta$ befindliche keſſelförmige Vertiefung, welche nach Herrn Ortſtein die ſchädliche Folge in Rückſicht der Veränderung der Wärme und Kälte vermindern, oder wohl gar aufheben ſoll, ſchien mir dieſem meinem Unternehmen anfangs eben ſo ſehr im Wege zu ſtehen, als ſie ſich nachher beförderlich zeigte. Herr Haas kann ſein Barometer nicht anders als folgender Geſtalt füllen und umkehren: 1. Muſs das Stück *dddd* mit Allem, was daran befeſtigt iſt und dazu gehört, abgenommen, und die Röhre bis zu ihrer Oeffnung gefüllt und ausgekocht ſeyn; 2. verſchlieſst man die Oeffnung *f* mit der darüber ſtehenden Schraube und Druckplatte *a*; 3. füllt man, indem man das Barometer umgekehrt oder ſenkrecht hält, ſowohl den über $\alpha\alpha$ als über $\beta\beta$ befindlichen Gefäſsraum ſo voll Queckſilber, als möglich; dann ſchraubt man 4. das Stück *dddd* mit dem Lederbeutel an, und ſchraubt das Stück *llll*-mittelſt des Handgriffes der Mutter

tt so nahe an *ββ*, als sich thun läfst; doch wird dieses noch nicht hinreichen, den Beutel an die Mündung *ββ* gehörig anzudrücken; dazu, und um die Röhre inzwischen zuschliefsen, schraube man 6. auch den Stiel *m* durch die Mutter *xxn* so weit zurück, bis er den Beutel in den Kessel hinein und an seinen Rand *ββ* andrückt. Hierauf wende man 7. das Barometer um. Das Queckfilber im Gefäfse über *aa* wird in die Falten des Beutels herabfallen, und die Luft sich oben an die Oeffnung *f* anlegen. Dann schraube man 8. den Stiel *m*, und zuletzt auch *llll* zurück, und erweitere das Gefäfs gehörig; und nun ist das Barometer im Stande, (vorausgesetzt, dafs es gelungen sey, das Leder des Beutels so an die Mündung *ββ* anzudrücken, dafs keine Luft dazwischen geblieben ist, und dafs man beim Wenden die in den Falten über *ee* befindliche Luft alle in die Höhe, und dafür Queckfilber an ihre Stelle gebracht hat.)

Das so organisirte Barometer kann freilich *kein allzu freies Spiel des Queckfilbers* vertragen, welches meines Erachtens noch ein Haupterforderniss eines guten Barometers ist. *) Der kärglich abgemessene körperliche Raum des Gefäfses und sein geringes Verhältnifs zur Röhre machen nun die besondere *Hülfs-Skale* bei λ nothwendig, nach

*) In dem ersten Hefte meiner Beiträge habe ich hierüber Facta aufgestellt. *Voigt.*

welcher das Queckſilber im Gefäſse nun erſt *abgeglichen* werden muſs. Dieſes muſs durch Herausnehmen und Zuſetzen geſchehen, und iſt meines Erachtens noch eine ſehr ſchwierige Sache.

So gern ich daher mit meinem Urtheile auf der Seite des übrigens ſo verdienſtvollen Künſtlers bleiben möchte, und ſo hoch ich ſeine Talente achte: ſo wenig kann ich das Erſtere; das Letztere werde ich immer thun. So gern ich in meinem Endurtheile, welches ich nach Vollendung des Haaſiſchen Barometers als Praktiker zum Beſten geben werde, Alles, was ich zum Nachtheile dieſes ſo ſcharfſinnig combinirten Inſtruments geſagt habe, zurücknehmen möchte; ſo wenig wahrſcheinlich iſt dieſes, da noch nie in unſerm Vaterlande ein günſtiges Urtheil über die *Beutel-Barometer* iſt gefällt worden, man im Gegentheile ſehr viele Beſchwerden von je her gegen ſie geführt hat, und ſie einige Einrichtungen beſitzen, welche keine Kriterien der genaueſten Barometer ſind, und die ich jetzt nicht alle berühren konnte, aber bei anderer Gelegenheit urgiren werde. Ich habe das, was Luz dagegen ſagt, erwogen,*) und dieſem erfahrnen Manne, der ſelbſt Praktiker iſt, darf man wohl trauen. In *Gotha* habe ich nichts über dieſe Barometer, weder zu ihrem Lobe noch Tadel, erfahren können, daher habe ich's mir zur

*) Luz *Beſchreibung neuer Barometer*, S. 213 bis 223.
Voigt.

Pflicht gemacht, das neueſte und vollkommenſte ſelbſt zu verfertigen. Seine Verfertigung iſt, wie ich im voraus beurtheilen kann, keinesweges leicht, und für ein einfaches Inſtrument wird man es wohl ſchwerlich anerkennen. Es iſt aber gut, wenn die Hand des Künſtlers geübt wird; denn die, welche zu jedem ſtrenge zu erreichenden Zwecke eines eignen mechaniſchen Hülfsmittels bedürfen, ſind keine Künſtler, ſondern nur Handwerker.

Nach ſeiner Vollendung werde ich mehr darüber ſagen, und in meinen weitern Verhandlungen darüber, die ſich vorzüglich auf inductive Vergleichung des Haaſiſchen Barometers mit einem neuern von mir erfundenen, (das ich bald beſchreiben werde,) beziehen ſollen, nie die Achtung aus den Augen ſetzen, die ich als Anfänger einem achtungswerthen Vorgänger ſchuldig bin.

X.

AUSZÜGE AUS EINIGEN BRIEFEN AN DEN HERAUSGEBER.

1. *Vom Herrn Prof.* EGIDIUS HELLER.

Fulda, den 16ten Januar 1800.

Sie erhalten hierbei einen kleinen Beitrag zu den Annalen. *) Er enthält Beobachtungen, die mir viel Zeit und Geduld gekoſtet haben; ernte ich dafür den Beifall des Publikums, ſo richtet mich das wieder auf.

Durch meine ein ganzes Jahr täglich fortgeſetzte Beobachtungen über den *magnetiſchen Mittelpunkt des weichen Eiſens*, bin ich auf ein Reſultat gekommen, das ſo neu und paradox iſt, daſs ich mich beinahe fürchte, es ſogleich bekannt zu machen, und doch bin ich davon überzeugt. Ich habe nämlich gefunden, daſs bei einer gewiſſen, jedoch nicht gewaltſamen Vorrichtung, der Magnetismus des Eiſens, (wie er von der Erde darin erzeugt wird,) nicht nur bei den verſchiedenen Sonnenſtänden, ſondern auch zur Zeit der Mondsphaſen,

*) Den ſehr ſchätzbaren Aufſatz *über den Einfluſs des Sonnenlichts auf die Verdünſtung*, welcher ſchon im zweiten Stücke dieſes Bandes, S. 210 ff., abgedruckt iſt. *d. H.*

deutliche und auffallende Veränderungen erleidet. Ich bin von der Aſtrologie ſo weit entfernt, als China von Chur. Doch fürchte ich mich beinahe, etwas aſtrologiſch-dummes zu ſagen, wenn ich meine obige Erfahrung bekannt mache. Ich ſetze ſeit dem neuen Jahre dieſe meine Beobachtungen fort, jedoch mit einer Veränderung, von der es abhängt, ob meine Meinung beſtätigt werde. Vielleicht iſt dieſe meine Aengſtlichkeit übertrieben. Schon Prevoſt hat ja den Magnetismus von der Vorrückung der Nachtgleichen abhängig machen wollen. Ich verlaſſe mich auf Erfahrungen: nöthigen mich die, ſo muſs meine Furcht weichen. Ich habe dieſe Aengſtlichkeit von meinem liebenswürdigen Lehrer, dem Herrn Hofrath Succow in Heidelberg, geerbt. Hätte ich dafür nur ſeine übrigen Tugenden geerbt! Unterdeſſen, wenn ich meine Beobachtungen einſt bekannt mache, ſo bin ich über die Art verlegen, womit ich es thue: es muſs ſo geſchehen, daſs es überzeugt; das heiſst wohl, ich muſs meine Beobachtungen mit Haut und Haar vorlegen. Nun ſtellen Sie ſich die Maſſe vor: beinahe täglich zweimahl obſervirt, und das durch 12 Monate hindurch, und zwar lauter Zahlen! Das macht bei unſerm delikaten Publikum ein widriges Anſehen. Wenn Sie ſich dazu verſtehen wollten, dieſe Beobachtungen in Ihre Annalen aufzunehmen; ſo müſsten ſie nur in einigen Stücken hinter einander folgen, damit man den Leſern die Weile nicht zu lang machte. Dann

würden die Tabellen ungefähr den Raum von 9 bis 10 Blättern einnehmen. *)

Ich habe jetzt eine Reihe von *mikro-electrometrischen* Versuchen angefangen, um zu erfahren, ob das electrische Fluidum ein permanenter Stoff sey, und mit seiner Totalmenge immer existire, was uns die Compendien sagen, und ich mit Herrn de Luc und Kortum nicht glaube. Ob Herr Schelling Versuche angestellt habe, zweifle ich. Ich halte viel auf eine Menge von Beobachtungen, und werde daher noch lange Zeit hierin fortfahren.

---

2. *Vom Herrn Hofrath und Raths-Advokaten* Seiferheld *an den sel.* Gren.

Schwäbisch-Hall, den 4ten October 1790.

— — Bis daher bediente ich mich mit vieler Zufriedenheit eines selbst verfertigten empfindlichen *Federkiel-Hygrometers*, dessen sich auch der Prediger Bohnenberger bedient, und das ich nur ganz kurz beschreiben will, (Taf. VII, Fig. 4.) „Man steckt in einen guten Federkiel ein rundes Hölzchen, das ihn genau ausfüllt, und schabt den Kiel durchaus

*) Ueberzeugt, dass die Leser Beobachtungen von einer so neuen Art, von einem so geschickten Physiker als Herrn Professor Heller, mit Begierde entgegen sehn werden, bin ich gern erböthig, diesen Beobachtungen den nöthigen Raum in den Annalen einzuräumen. d. H.

so dünn, als nur immer möglich ist. Alsdann schneidet man mit einem sehr scharfen Messer den Kiel nach seiner ganzen Länge hin so durch, dass der Schnitt in einem Schraubengange um das Hölzchen herum fortgehet, wodurch man einen langen Streifen erhält, der 11 Zoll lang und 1 Linie breit ist, wenn man ihn von dem Hölzchen abgewickelt hat. Diesen legt man in das Wasser, dass er biegsamer werde und sich ausstrecke. Dann schlägt man in ein kleines, etwa $1\frac{1}{2}$ Zoll breites, 1 Schuh langes Brettchen ganz oben einen eisernen Stift, um welchen das obere Ende des Streifen gewunden und mit Siegellack befestigt wird. An das untere Ende des Streifens macht man einen Seidenfaden, mit Siegellack fest, den man etliche mahl um eine kleine messingene Hülse, (Fig. 5,) herumwickelt die sich um einen, in das untere Ende des Brettchens befestigten, fein polirten, besonders eingerichteten Stift, (Fig. 6.,) äusserst leicht herumdrehen kann, indem sie ihn nur bei *a* und *b* berührt; an das Ende des einen Seidenfadens wird sodann ein kleines Bleigewicht gehängt, welches niedersinkt, wenn der Streifen bei feuchter Witterung sich ausdehnt, und wieder aufsteigt, wenn der Streifen bei trockener Witterung sich wieder zusammenzieht. In beiden Fällen drehet sich die Hülse, auf welche der Faden gewunden ist, um den Stift; und ist an sie ein wohl abgewogener, sehr leichter Zeiger, von Federkiel, Seerohr oder Fischbein, gesteckt, so drehet sich dieser mit ihr herum, und dann

braucht man weiter nichts mehr, als ein auf das Brettchen befeſtigtes rundes Scheibchen, auf deſſen Rand herum 100 Abtheilungen gemacht ſind. Aus dem Mittelpunkte des Scheibchens muſs die Hülſe hervorſtehen, damit der Zeiger aufserhalb des Scheibchens angeſteckt werden kann.

Der Durchmeſſer der Hülſe ſolcher Röhrchen beträgt ungefähr 2 Linien, weil die ganze Länge der Ausdehnung vom höchſten Grade der Ausdehnung bis zur Trockenheit $\frac{1}{2}$ Zoll beträgt.

Den höchſten Grad der Feuchtigkeit findet man, wenn man den Kielſtreifen ungefähr $\frac{1}{2}$ Stunde lang mit Waſſer benetzt, und das viereckige Loch ſo in den Zeiger ſchneidet, daſs er, wenn man ihn angeſteckt hat, dann ſenkrecht in die Höhe ſtehet, und das Scheibchen wird ſodann da, wo die Spitze des Zeigers ſteht, die Zahl 100 haben, welche den höchſten Grad der Feuchtigkeit anzeigt. So wie die Feuchtigkeit wieder abnimmt, zieht ſich der Kielſtreifen wieder zuſammen, und der Zeiger läuft auf der Scheibe zurück, weil das Röhrchen mit dem Faden zurück läuft. Den Faden über der Hülſe macht man ſo lang, daſs der Kielſtreifen in dem höchſten Grade ſeiner Ausdehnung von der Hülſe noch 2 bis 3 Linien entfernt bleibt. Das Gewicht, welches weder zu ſchwer noch zu leicht ſeyn darf, muſs bloſs durch Verſuche beſtimmt werden, und wird mehrentheils noch ſo groſs, als ich es gezeichnet.

Dies wäre nun mein Hygrometer, das ſehr empfindlich iſt und voriges Jahr 85 Grad Feuchtigkeit

anzeigte. Herr Bohnenberger ist der Hauptkünstler davon, und mufste, so viel ich weifs, Herrn von Sauffüre auch eines senden.

---

3. *Von Herrn Magister* Lüdicke.

Meifsen, den 17ten Februar 1800.

Ich bin diesen Winter über in allen meinen Nebenstunden mit dem *Hygrometerſteine* beschäftigt gewesen. Sie können sich leicht die Arbeit vorstellen, wenn ich mit Wahrheit sagen kann, dafs ich zu mehr als 127 Massen erst die Erden geschlämmt, dann von jeder Masse 3 bis 6 Steine gemacht und die festen Steine auf verschiedene Art untersucht habe. Mitten in dieser Arbeit hätte ich beinahe, von der Menge Proben ermüdet, diesen Gegenstand ganz aufgegeben; wenn mich nicht noch der Gedanke aufgerichtet hätte, dafs der Stein vielleicht der einzige Körper sey, der am wenigsten von der Wärme leide. Ein *Federſpul-Hygrometer* ist ebenfalls ein Thermo-Hygrometer, so vorzüglich auch dessen Empfindlichkeit seyn mag. Als ich das Federspulen-Hygrometer des Herrn Chiminello machte, fand ich, dafs es keine Wiederholung der festen Punkte oder wenigstens des trockenen Punktes mit der Wärme zuliefs. Denn da es zugleich Thermometer war, so bestimmte ich den feuchten Punkt, theils in kochendem, theils in eiskaltem Wasser, um durch diesen Unterschied die Wirkung der Wärme

zu bestimmen: allein bei Wiederholung dieser Bestimmungen fand ich sie meistentheils niedriger, als vorher, und allezeit um viele Grade verändert. Diese Unregelmäfsigkeit war desto gröfser, wenn ich den trockenen Punkt durch Wärme hatte bestimmen wollen. Dennoch machte ich einen zweiten Versuch, indem ich die Glasröhre und das Queckfilber entfernte. Ich verband eine Menge Querstreifen von ausgefottenen und gepresten Federspulen vermittelst kleiner Zwingen, und brachte sie an ein Werkzeug, wo sie vermittelst eines Gewichts angezogen wurden und den Grad ihrer Ausdehnung bewirkten. Allein ich fand auch hier den Einfluss der Wärme zu gross, dass ich damahls alle fernere Versuche damit einstellte. So viel ich aus meinen Versuchen schliefsen kann, darf der trockene Punkt nicht mit Wärme bestimmt werden, weil der feuchte Punkt um mehrere Grade dadurch verändert werden wird; und wenn Wiederholungen dieser Bestimmung vielleicht nicht statt finden dürften, so wäre zu besorgen, dass ein solches Hygrometer sich mit der Zeit ändern werde.

4. *Von Herrn* Leopold von Buch.

Stolpe bei Angermünde, den 5ten December 1799.

— — Sie werden vielleicht einige Aufsätze von mir in Lamétherie's *Journal de Physique* finden. Der erste betrifft die *Barometer-Gesetze.* *) Es ist bekannt, wie sehr Lambert schon auf das Gesetz in den Variationen des Barometers aufmerksam machte. Aber ich finde nicht, dafs er den so auffallenden Zusammenhang dieser Variationen mit der Temperatur beobachtet habe. Die Auffindung und Feststellung solcher Gesetze scheint mir der einzige sichere Weg, das Problem der Wetterprophezeihung zu lösen. Und auch ohnedies gewährt die Vergleichung dieser Variations-Reihen von mehrern Orten sehr interessante Resultate. Ich bin völlig überzeugt, dafs man aus blofs barometrischen Beobachtungen auf die Temperatur des Beobachtungsorts schliefsen kann.

Der Aufsatz vom *Granit* ist eigentlich durch Lamétherie's Anliegen entstanden, ihn und sein Krystallisations-System gegen de Luc's Angriffe, in der französischen Ausgabe seiner Briefe an Blumenbach zu vertheidigen. Die Vertheidigung des Systems, und so weit es den Granit angeht, habe ich übernommen, weil es hierin mit meinen, das heifst, mit Werner's Ideen übereinkommt;

*) Und ist schon für das folgende Heft dieser Annalen abgedruckt. *d. H.*

oder vielmehr, ich habe nur drei Worte darüber gesagt. Sie besonders gegen de Lüc zu richten, kommt mir nicht zu; denn de Lüc ist 70, ich 25 Jahr. Doch glaube ich einige Data zur Bestimmung der Unwahrscheinlichkeit der Meinungen Saussüre's, Dolomieu's und de Lüc's von Entstehung der Gebirge hingeworfen zu haben. Saussüre glaubt die Gebirge durch gasförmige Emanationen in die Höhe gehoben, und fast noch mehr Dolomieu. De Lüc hingegen hält sie für den Ueberrest einer ehemaligen Erdrinde, die in hypothetische Hölen versank. Er entdeckte dies grosse Geheimniss, als er im Winter einst bei Windsor an der Themse Ufern spazierte. Das jetzt zurückgetretene Wasser war gefroren; das Eis blieb auf der Wiese, hing sich an die Grasspitzen, und sank von beiden Seiten herab; eben so die Gebirge. Ich sollte doch denken, die Oberfläche der Erde ist von einer Windsorwiese verschieden, und die Gebirge von einer Eiskruste. Lamétherie scheint mir hier doch die gröste Idee zu haben, der alles aus den gemeinen Gravitations-Gesetzen herleitet, und die Gebirgsmassen durch eigne Anziehung sich aufhäufen läst. Wenn man genauer Acht hat, aus welchen Massen die Gebirge bestehen, und nicht, wie einst Gatterer that, diese Masse für gleich viel hält, sie als von Einer Zeitentstehung annimmt, so wird Lamétherie's Meinung äusserst einladend. Sie verlangt keine Hypothesen, und entfernt sich nicht von der Erfahrung. Aber

weiter möchte ich auch Lamétherie's *Theorie de la terre* nicht unterschreiben.

Ich darf Sie wohl auf Moll's *Jahrbücher der Berg- und Hüttenkunde* aufmerksam machen, für die ich mich besonders interessire. Der Herausgeber verbindet Eifer, Fleiss und Kenntnisse in hohem Maafse, und wenn ich nicht irre, enthalten die bis jetzt erschienenen 4 Stücke sehr gute und brauchbare Sachen. Der Auszug aus dem französischen *Journal des Mines* scheint mir wohlgewählt und gut ausgeführt. Moll erwartet wirklich Beiträge aus fremden Händen, und in Deutschland hat er eine nicht unbeträchtliche Correspondenz.

Ich bin so glücklich gewesen, auf dem *Vesuv*, während die Franzosen in Neapel revolutionirten, manche, mir sehr interessante, Beobachtung zu machen. Ich werde versuchen, in wie fern sie gleiches Interesse für das Publikum hat. Aber *wann*, das weifs ich nicht zu bestimmen. Mein ganzer Vorrath von Anmerkungen, soll in zwei Bänden erscheinen. Der erste wird dann eine *geographische Uebersicht von Schlesien*, mit einer grofsen Karte, einen geognostischen Aufsatz über das *österreichische Salz-Kammergut*, eine Reise durch *Salzburg* und meinen Uebergang über die *Alpen* enthalten. Der zweite eine geognostische Uebersicht von *Roms Gegend*; Reise durch *Sabina*, und Promenaden bei *Frascati*, *Albano* und *Marino*;

Briefe über *Neapel*, den *Vesuv* und die *phlegräischen Gefilde*, und vielleicht die Reise von *Pisa* über *Massa*, *Spezia*, *Sestri*, *Genua*, *Savona*, *Nizza* durch die *Provence* nach *Marseille*.

Ich werde aber meine Freunde sehr täuschen, die glauben, dafs ich, nachdem ich einen Vulkan, wenn gleich nur flüchtig, gesehn habe, ich jetzt über die verschiedenen Meinungen von *ausserm Basalt* etwas bestimmtes zu sagen im Stande bin. Jener Winkel Italiens hat so wenig Aehnlichkeit mit den unsrigen Gegenden, dafs mir gänzlich die Vergleichspunkte fehlen. Dort zweifle ich keinesweges an alten, ausgebrannten Vulkanen, unter denen die *Rocca Monfina* bei *Sessa* noch jetzt fast alle äufsere Verhältnisse des Vesuvs hat, nur in gröfserm Maafsstabe. Allein von den dortigen Massen auf die unsrigen zu schliefsen, würde immer zu voreilig seyn, wenn sie gleich oft täuschende Aehnlichkeit mit dem Basalt haben. Die Lava von 1760 und 1794 ist vom Basalt durchaus nicht unterschieden. Die geognostischen Verhältnisse in beiden Gegenden sind aufserordentlich verschieden. Und dann ist auch von vielen unteritaliänischen Gebirgsarten sehr leicht darzuthun, dafs sie, wenn auch Feuergeburten, doch durch Eruptionen nicht entstanden, dafs sie keine Lava-Ströme sind, zu denen so mancher, der die Natur nur aus fremden Beobachtungen kennt, auch unsre Basalt-Berge gern machen möchte. Es ist mir äufserst auffal-

lend und sonderbar, dass alle diese räthselhaften Produkte in Italien in den Raum eingeschränkt werden, der von der Mündung des *Arno*, durch *Val di Chiana* am *Tiber* bis zum Einflusse der *Nera* herab, dann jenseit der *pontinischen Sümpfe*, immer am Fusse der Kalk-Apenninen fort, bis zum *Sarno* bei *Nocera*, und bis zu dessen Mündung, begrenzt wird. Das *Euganeen - Gebirge* bei *Padua* hat mehr Aehnlichkeit mit unsern Bergen der Trappformation, und weit mehr noch, wie man sagt, die Berge bei *Lugano*.

XI.

Vermiſchte BEMERKUNGEN UND NACHRICHTEN.

1. *Ein merkwürdiger Verſuch des Prof.* ABILDGAARD *in Koppenhagen, über die Wirkung des Lichts auf das rothe Queckſilber-Oxyd.*

Herr Profeſſor ABILDGAARD erzählt in einem Briefe an Vauquelin: *) „Er habe die Luft aus „einer Glasröhre, in welcher zwei Gran rother „Queckſilberkalk lagen, ausgepumpt und ſie ver„ſchloſſen dem Sonnenlichte ausgeſetzt. Der rothe „Queckſilberkalk ſey dadurch an der Oberfläche „in ſchwarzen verwandelt, und zugleich Waſſer „an die Wände der Glasröhre abgeſetzt worden. „Nachdem er die Röhre unter Waſſer geöffnet, „fand ſich Luft darin, deren Beſchaffenheit er aber „nicht unterſuchte. Er wünſcht die Wiederholung „dieſes Verſuchs, der ihm merkwürdig ſchien.“

Bei der Wiederholung dieſes allerdings intereſſanten Verſuchs, der vor Zeiten bei dem Streite über das antiphlogiſtiſche Syſtem wahrſcheinlich bald geprüft worden wäre, ſind indeſs mehrere Vorſichtsmaſsregeln nicht zu vergeſſen, beſonders wohl ausgeglühetes Kalk zu nehmen, und ſich da-

*) *Annales de Chimie*, T. XXXII, p. 193.

bei keiner gewöhnlichen Luftpumpe, ſondern etwa einer von der Art, wie ſie Sauſſüre beſchreibt, *) zu bedienen. Denn ohnedies wird man immer abgeſchiedenes Waſſer ſehen, ſobald man in einen auf die gewöhnliche Art ausgepumpten Raum etwas Luft, welcher Art ſie auch ſey, (hier Sauerſtoffgas aus dem Queckſilberkalke,) einläſst; wodurch die Waſſerdämpfe gedrückt, ſich verdichten.

L. A. v. A.

2. *Nachricht vom Einfluſſe verſchiedener Gasarten auf das Keimen der Saamen.* **)

In 13 verſchiedene Gasarten, die insgeſammt in gleicher Temperatur gehalten wurden, war Gartenkreſſe ausgeſäet worden. 1. In *Sauerſtoffgas* und *Stickſtoffgas*, (aus der atmoſphäriſchen Luft durch Reſpiration und Verbrennen erhalten,) ging das Keimen eben ſo gut als in der *atmoſphäriſchen Luft* vor ſich. 2. *Waſſerſtoffgas* und *kohlenſaures Gas*, beides auf mehrfache Weiſe aus verſchiedenen Stoffen bereitet, hemmten den Keim in der Entwickelung, ohne ihn jedoch zu zerſtören. Die Kreſskörner ſchwollen in ihnen zwar ein wenig auf, aber während acht Tage, daſs ſie in dieſen Gasarten lagen, entwickelte ſich kein Keim, in-

*) *Eſſay de Hygrom.*, S. 331. *A.*

**) Aus einer Vorleſung des Fürſten Dimitri von Gallitzin in der Erfurtiſchen Geſellſchaft der Wiſſenſchaften, den 2ten October 1799. *Reichsanzeiger*, Jahr 1800, No. 11.

dels der Saame in den erſten drei Luftarten vier Blätter in dieſer Zeit hervorgebracht hatte. Als darauf atmoſphäriſche Luft hinzu gelaſſen wurde, trieben dieſe Saamenkörner in 48 Stunden zwei Blätter. 3. *Salpeterluft* zerſtörte den Saamen, indem ſie ihn ſchwärzte und unfähig machte, in andern Luftarten zu keimen, welches vielleicht der concentrirten ſalpeterigen Säure in dieſem Gas zuzuſchreiben iſt.

Um zu verſuchen, ob ſich dem Keimen der aufzubewahrenden Kartoffeln im Winter dadurch vorbeugen lieſse, daſs man ſie in kohlenſaures Gas verſchlöſſe, legte der Fürſt in eine mit Queckſilber geſperrte Glasglocke voll kohlenſauren Gas 60 Kartoffeln. Sie hatten zwar nach 6 Monaten nicht gekeimt, waren aber ganz verfault, gaben einen braunen eiterähnlichen Saft von ſich, und ſtanken entſetzlich.

Zuletzt empfiehlt der Fürſt den Phyſikern Verſuche über die Aeuſserung der *Electricität* in den verſchiedenen Gasarten.

* * *

In der Sitzung vom 2ten November der Erfurter Geſellſchaft der Wiſſenſchaften ſuchte Herr Profeſſor Hamilton in Erfurt, in einer Vorleſung über die *Natur der electriſchen Materie* zu zeigen, daſs dieſe aus *Licht*, *Feuer* und *Phosphorſäure* beſtehe, und Herr Dr. Thielow zeigte am Beiſpiele zweier Pflanzen, daſs das Begieſsen mit verdünnter

Schwefelsäure den Wachsthum der Pflanzen sehr befördere, Ingenhouſs Entdeckung gemäſs, nach welcher der Sauerſtoff groſsen Einfluſs auf die Vegetation hat.

3. *Neues Verfahren, die Platina zu ſchmieden.* *)

Herr Graf Muſsin-Puſchkin, wirklicher Ruſsiſch-Kaiſerlicher Kammerherr, hat eine ganz neue Methode entdeckt, *die Platina zu ſchmieden*, von denen des Grafen von Sickingen und des Herrn Jeannetty in Paris ganz verſchieden, (vergleiche Rochon's Aufſatz in dieſem Bande der Annalen, S. 291, 292 und 294.) Er will ſeine Entdeckung einem Künſtler oder einer gelehrten Geſellſchaft, die ihm 150 Pfund Platina zuſchicken wird, bekannt machen, und hofft durch ſeine Methode dieſes Metall zu einem Gegenſtande der Handlung und der Gewerbe zu machen.

4. *Bemerkungen über die Vorrichtung* Samuel Vince's *zur Vergleichung des Stoſses eines iſolirten Waſſerſtrahls auf eine unbewegliche Ebene, mit dem Drucke einer ruhenden Waſſerſäule.* (*Annalen der Phyſik, II. Band, S.* 416.) **)

Der Schluſs, den Vince aus dem an ſich ganz richtigen Verſuche an der angeführten Stelle der

*) *Hamburger unpartheiiſcher Correſpondent*, 1800, No. 33.

**) *Erlanger Litteratur-Zeitung*, 1800, No. 23.

Annalen zieht, dafs der Wafferftofs dem Gewichte eines Waſſerprisma von der zur Geſchwindigkeit gehörigen einfachen Höhe gleich ſey, iſt unrichtig. Der Gebrauch dieſes Apparats iſt bei weitem nicht ſo einfach, als deſſen Erfinder meint, ſondern ſetzt eine Theorie voraus, die unter die verwickeltſten der angewandten Mathematik gehört, und bei deren Begründung die Herren Bernoulli, d'Alembert, Käſtner und Karſten wetteifernd ihre Kräfte verſucht haben. Nach der gründlichen Darſtellung in Karſten's *Hydraulik*, Abſchnitt 14, S. 543, erhält man, wenn W die Weite des Gefäſses, ω die Gröſse einer Oeffnung im Boden, und a die beſtändige Waſſerhöhe bedeutet, den Druck, welchen das Waſſer während des Ausfluſſes auf den Boden des Gefäſses ausübt, für den Beharrungsſtand $= \frac{W}{W+\omega} \cdot a.(W - \omega,)$ oder, wenn, mit Rückſicht auf die Zuſammenziehung, $\gamma\omega$ ſtatt ω geſetzt wird, $\frac{W.(W-\gamma\omega)}{W+\gamma\omega}.a$; alſo, weil $\frac{\gamma\omega}{W}$ ſehr klein angenommen wird, ſehr nahe $Wa - 2a\gamma\omega$. Bei Verſchlieſsung der Bodenöffnung iſt der Druck auf den ganzen Boden Wa. Alſo geht von dieſem Drucke, wegen des Ausflieſsens ein Theil $2a\gamma\omega$ verlohren. Weil aber dennoch das Gleichgewicht des Hebels fortdauert, ſo muſs der Stoſs auf den untern Körper jenem Verluſte gleich ſeyn; dieſer iſt alſo gleich

$\gamma\omega \cdot 2a$. Hieraus sieht man also, *daſs auch dieſes Werkzeug den Stoſs ſo groſs giebt, als der Druck einer Waſſerſäule von der doppelten zur Geſchwindigkeit gehörigen Höhe*, wie das die vielen übereinſtimmenden Verſuche Langsdorf's in ſeinem Lehrbuche der Hydraulik darthaten.

5. *Nachricht des Herrn* Dr. Chladni's *in Wittenberg von ſeinem Clavi-Cylinder.*

Schon ſeit mehrern Jahren bemühete ich mich, ein Taſtatur-Inſtrument zu erfinden, auf dem man jeden Ton nach Belieben könnte fortdauern und anwachſen oder verſchwinden laſſen, und das dabei einfacher, und alſo mit weniger Schwierigkeiten zu bauen und im gehörigen Stande zu erhalten wäre, als der Bogenflügel und einige andere bisherige Verſuche ſolcher Art. Endlich erfand ich im Mai 1799 ein Inſtrument, welches durch einen möglichſt einfachen Mechanismus dieſes leiſtet, und brachte es im Januar 1800 zu Stande. Ich habe ihm den Namen *Clavi-Cylinder* gegeben, weil eine Taſtatur, mit welcher es geſpielt wird, und ein gläſerner oder mit Glas bekleideter Cylinder, der an einem Ende mit einem Schwungrade und an dem andern mit einer Kurbel verſehen iſt, und durch einen Fuſstritt umgedreht wird, zu den unentbehrlichſten Beſtandtheilen gehören, da hingegen der übrige Mechanismus ſich auf mancherlei Weiſe abändern läſst.

Der Umfang geht gegenwärtig von G bis e, enthält alſo drei Octaven und eine groſse Sexte; man kann aber, wenn ein ſolches Inſtrument gröſser gebauet wird, in der Höhe und Tiefe weit mehrere Töne hinzufügen. Das jetzige Inſtrument habe ich nicht vergröſsern wollen, um es auf Reiſen in meinem Wagen mitnehmen zu können; es iſt 36 dresdner Zoll lang, 25 breit und 11 hoch; vorn iſt es ſo abgeſtumpft, daſs es die Geſtalt eines Schreibepultes hat.

Die Töne dauern ſo lange fort, als die Taſten niedergedrückt werden; durch mehrern oder mindern Druck kann man die Stärke zu- oder abnehmen laſſen. Es ſpricht augenblicklich an, ſo daſs auch geſchwinde Sätze ſich darauf ausführen laſſen, jedoch thun etwas langſamere Sätze eine beſſere Wirkung. Der Klang iſt ſehr angenehm; aber von meinem Euphon ſowohl, wie von der Harmonica verſchieden. Einige finden ihn einem ſanften Orgelregiſter, Andere in der Tiefe dem Fagott und in der Höhe der Hoboe, Andere mehrern gutgeſpielten Violinen ähnlich, u. ſ. w. Es iſt unverſtimmbar.

Daſs ich gegenwärtig die innere Einrichtung dieſes Inſtruments, ſo wie auch des Euphons noch nicht öffentlich bekannt mache, iſt, nach aller Billigkeit, mir nicht zu verargen, da meine Erfindungen mein alleiniges Erwerbmittel ſind, indem ich weder einen Gehalt, noch andere Unterſtützung genieſse. Würden mir aber die vielen auf meine Erfindungen verwendeten Bemühungen und Koſten

einigermaſsen anſtändig vergütet: ſo würde ich bereit ſeyn, die Theorie beider von mir erfundenen Inſtrumente, nebſt allen bei deren Bau nöthigen praktiſchen Handgriffen, ohne Zurückhaltung bekannt zu machen. Da ich indeſſen es für tadelnswerth halte, wenn jemand irgend eine Entdeckung, die andern nützlich oder angenehm ſeyn kann, mit ſich abſterben läſst: ſo habe ich ſchon längſt die Theorie des Euphons nebſt den nöthigen Zeichnungen ausgearbeitet, und werde mit der Theorie des Clavi-Cylinders eben ſo verfahren. So viel kann ich gegenwärtig anzeigen, daſs das Weſentliche dieſer Erfindung darin beſteht:

1. Durch Reibung vermittelſt eines ſich umdrehenden Cylinders einen Klang hervorzubringen. 2. Glas, welches bisher bei der Harmonica und bei meinem Euphon als klingender oder geſtrichener Körper benutzt worden iſt, als ſtreichenden Körper zu gebrauchen und dadurch andere Körper in Bewegung zu ſetzen. Ich bemerke dieſes in der Abſicht, damit, wenn in der Folge jemand ein Inſtrument bauen ſollte, dem eine oder beide von dieſen Eigenſchaften zukommen, er nicht etwa auch behaupten möge, etwas Neues erfunden zu haben.

Einige Schreib- und Druckfehler.

Band II, S. 479, ſind die beiden oberſten Zeilen in der Hälfte der Tabelle rechts mit einander verwechſelt; die zweite bezieht ſich auf den Diamanten und ſollte zu oberſt ſtehn, die erſte auf das Reiſsblei.

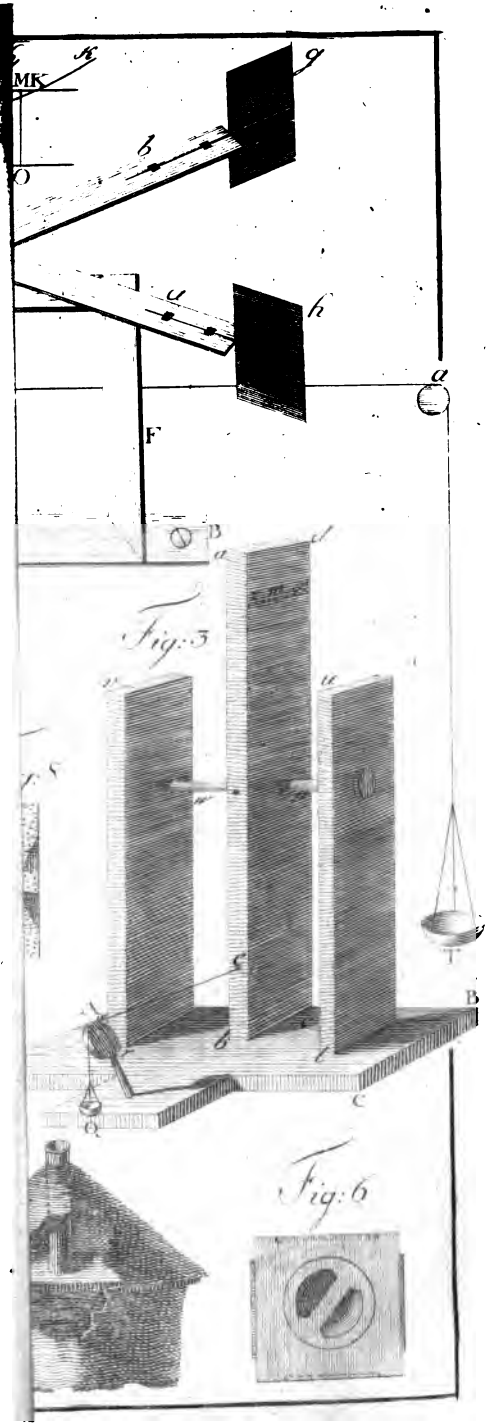
Band III, S. 241, Z. 1 u. 2, v. u., ſtatt, *d. H.*, lies: *Hällſtr.*

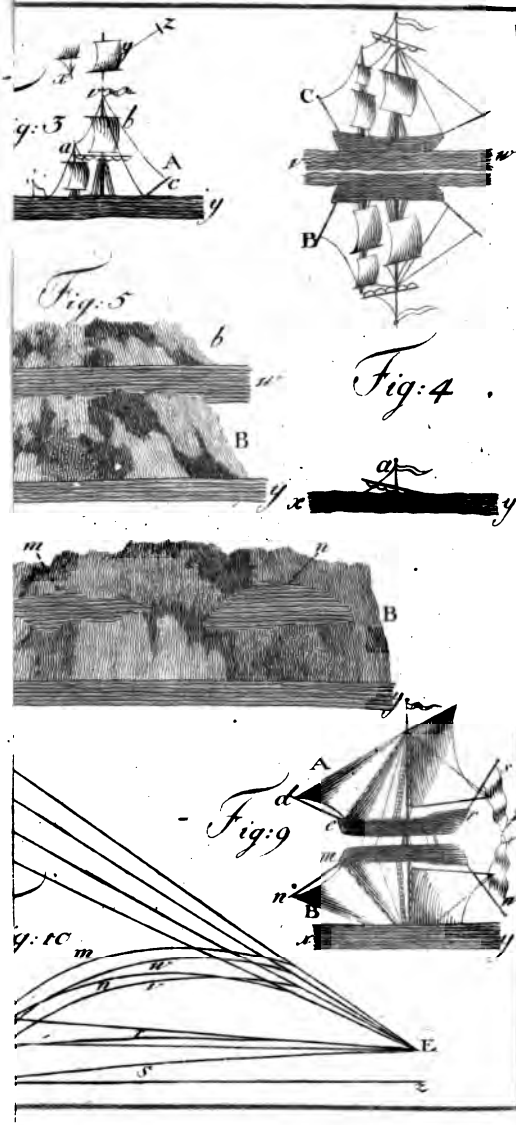
S. 390, Z. 3, ſtatt, *MGO*, lies: *LGO*.

Auf Taf. VII, Fig. 4, ſtatt, *BB*, ſetze $B\beta$, und ſtatt *L*, α

Band IV, S. 112, ſtatt, VI, ſetze, V.

S. 199, Z. 3, ſtatt, $<$, ſetze: $>$.


MK
O
b
q
a
h
F
B
Fig: 3
B
Fig: 6


z
y
x
b
a
A
c
y
Fig: 3
C
t
w
B
Fig: 4
Fig: 5
b
w
B
y
a
x
y
m
n
B
y
A
d
c
m
n
B
x
y
Fig: 9
m
n
r
E
s
z

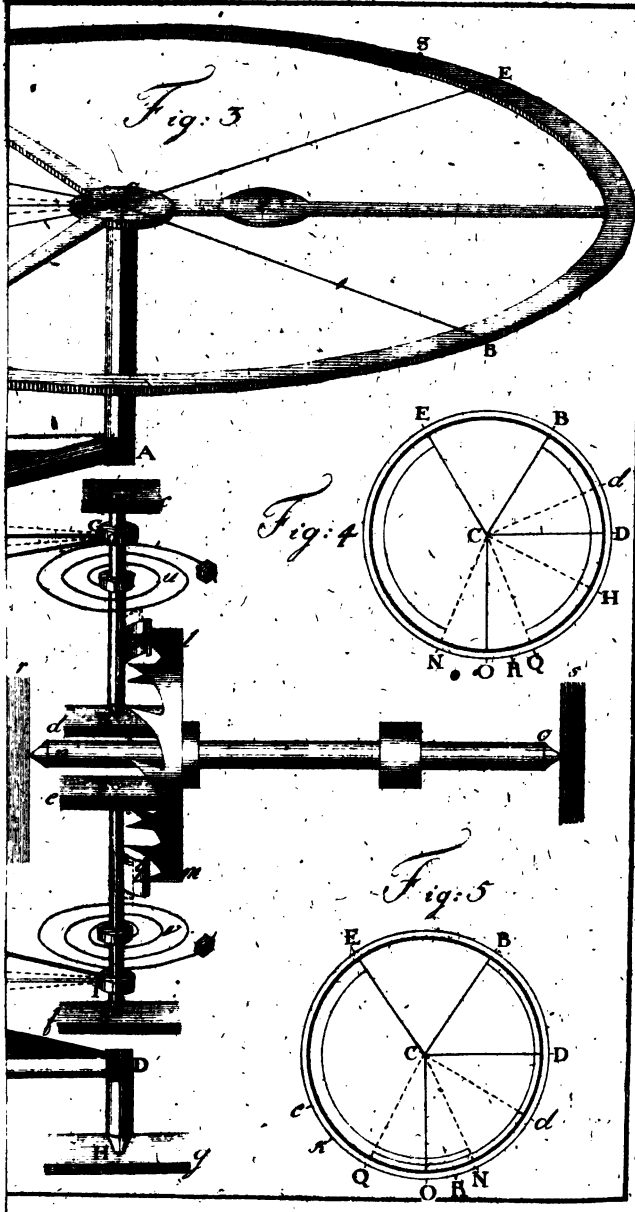


Fig: 3
S
E
B
A
Fig: 4
E
B
d
C
D
H
N
O
R
Q
s
r
d
g
c
m
Fig: 5
E
B
C
D
c
d
K
Q
O
R
N
D
H
g

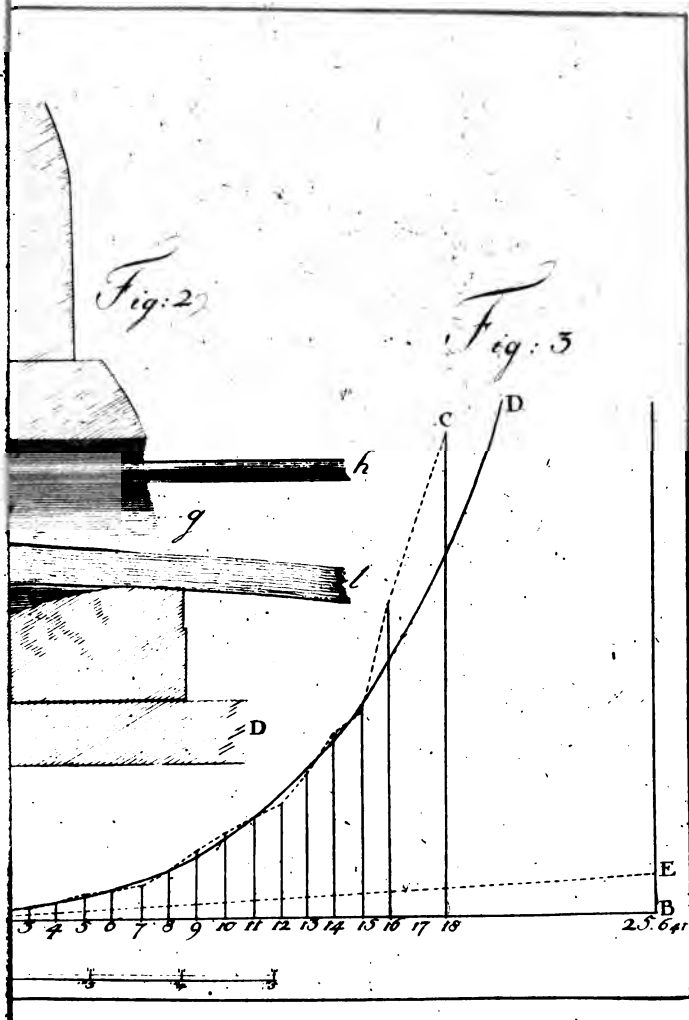


Fig: 2
Fig: 3
h
g
l
D
C
D
E
B
3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 25 64

Fig: 3

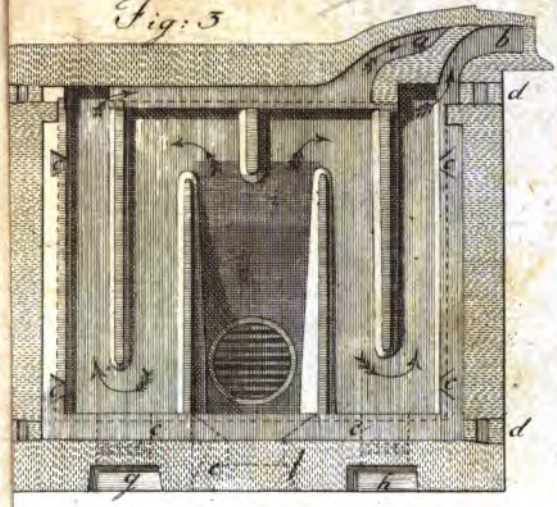


Fig: 4

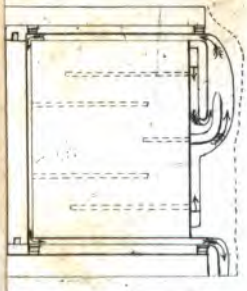
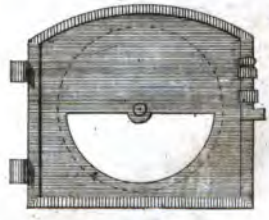


Fig: 5



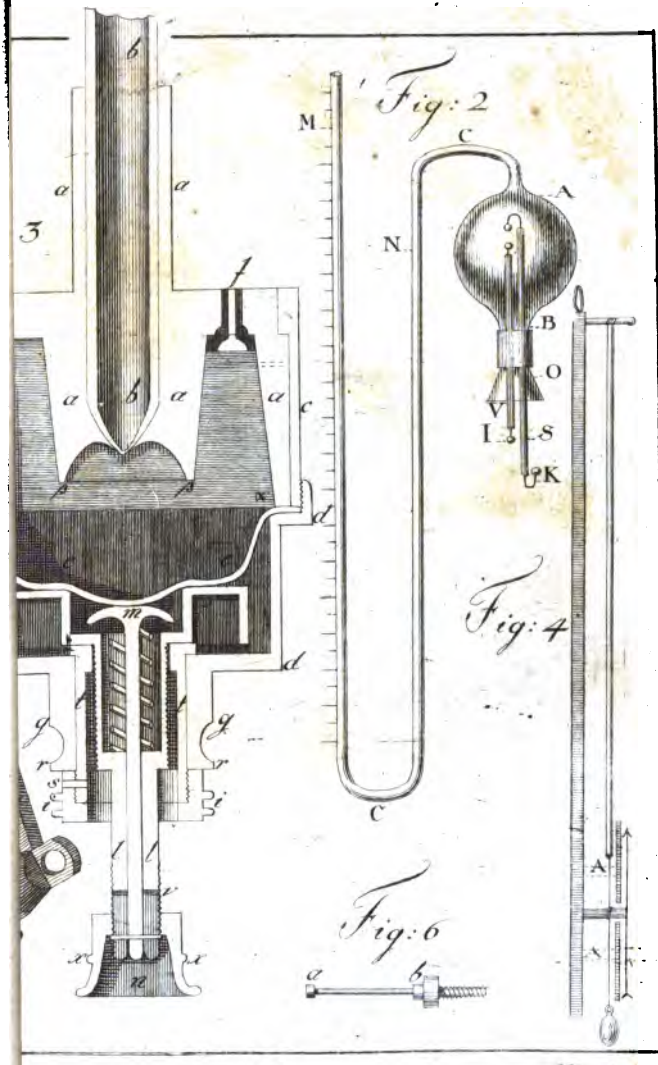


Fig: 2
M
C
A
N
B
O
V
I
S
K
C
Fig: 4
A
Fig: 6
a
b